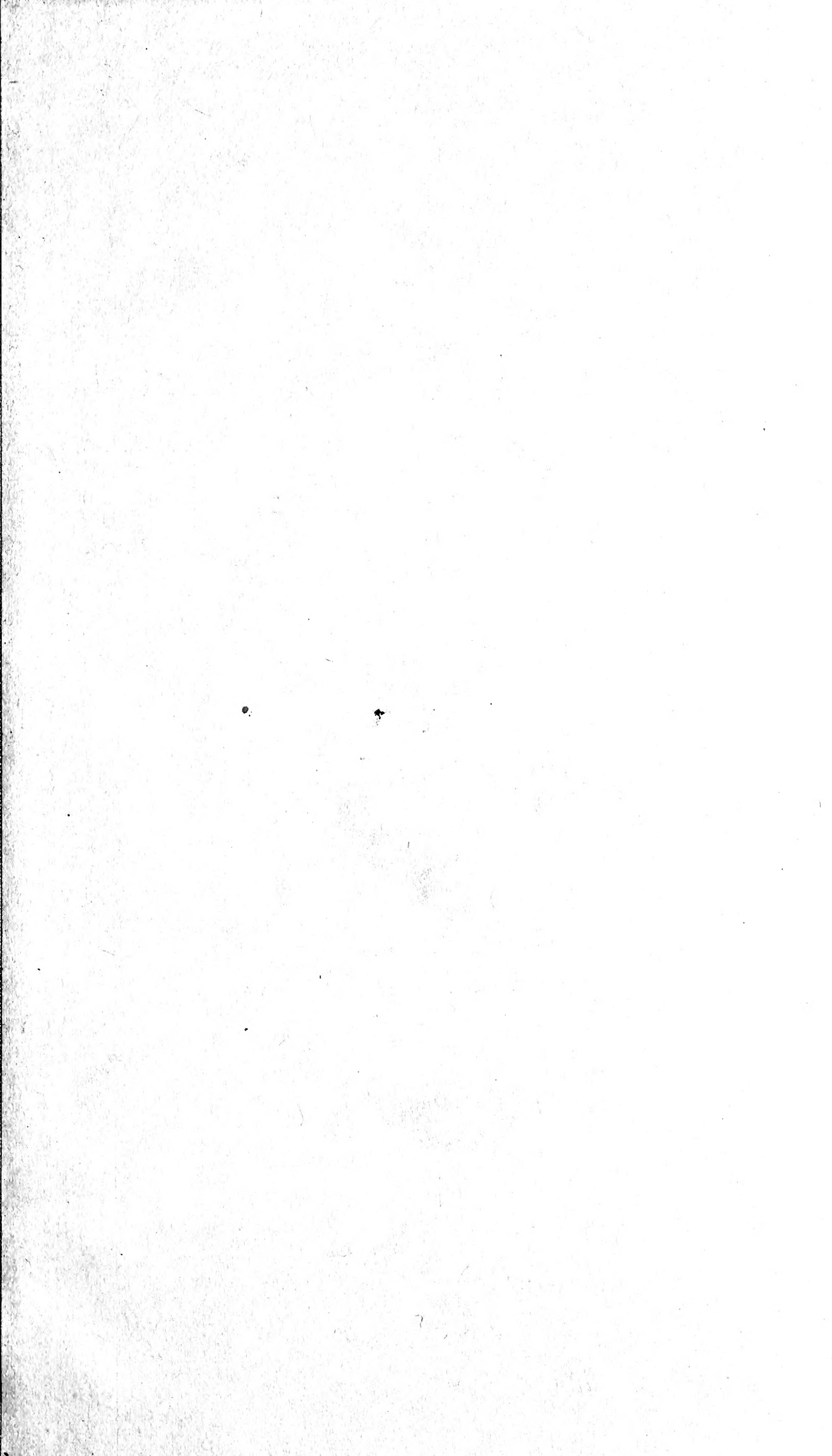
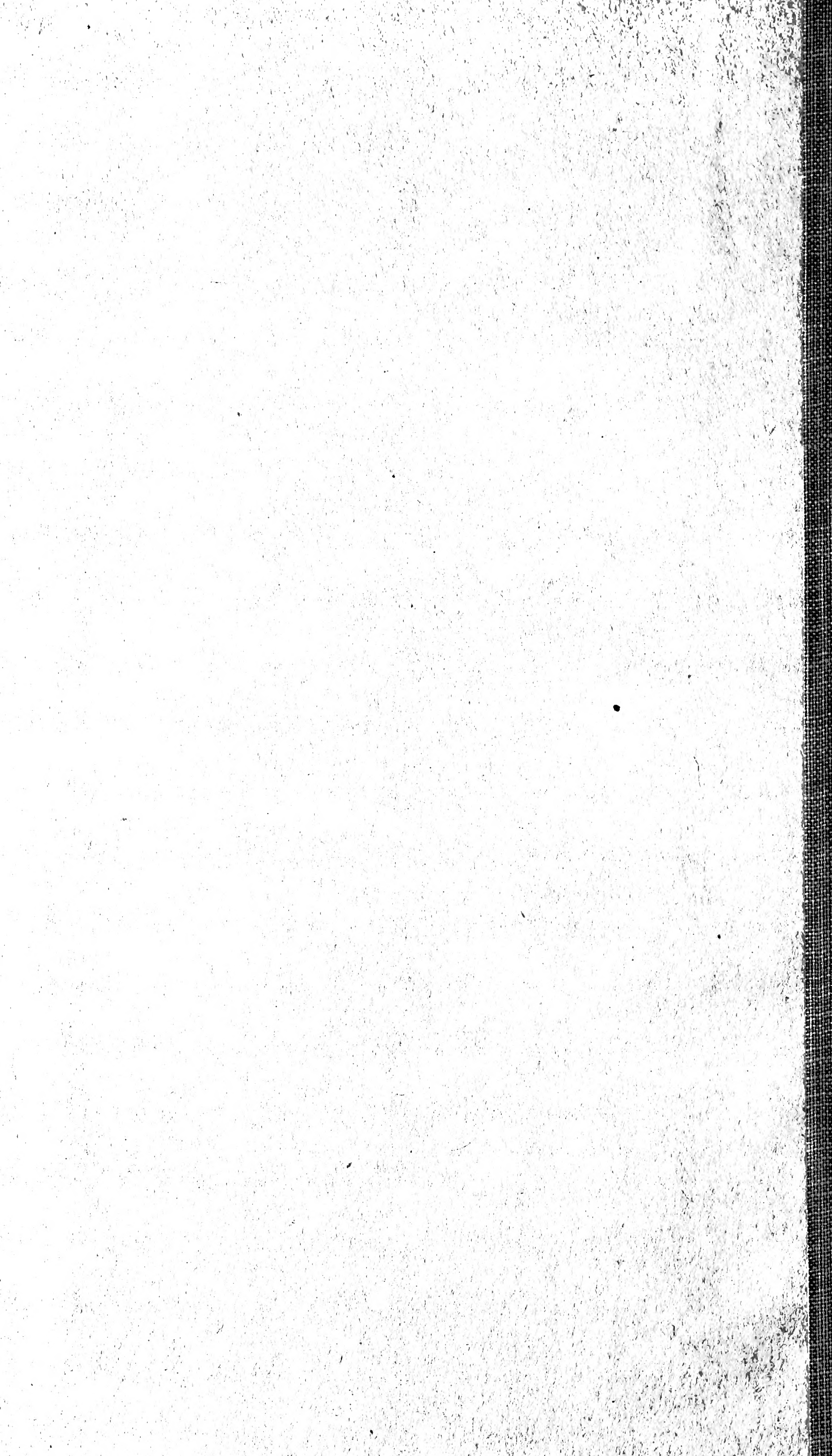










Verhandlungen

des

Naturhistorischen Vereins

der

preufsischen Rheinlande und Westfalens.

Fünfundsiebenzigster Jahrgang, 1918.

Mit Tafel I—IV und 69 Textfiguren.

Bonn.

In Kommission bei Friedrich Cohen.

1919.

Inhalt.

Klimatologie.

Seite

Goebel, Fritz. Klimatabellen des Ruhrgebietes. Mit Tafel III und 15 Textfiguren 145

Mineralogie.

Brauns, R. Ein bei Forsbach, Bezirk Cöln, gefallener Meteorstein. Mit Tafel I und II 129

Zoologie und Anthropologie.

Schmidt, W. J. Über die gelbe Farbe der Mundhöhle junger Vögel. Mit Tafel IV 169

Winterfeld, Franz. Der aufrechte Gang des Menschen. Welche anatomischen und physiologischen Anhaltspunkte sind am Skelette vorhanden zur Erklärung des aufrechten Ganges beim Menschen? Mit 54 Abbildungen im Text 1

Angelegenheiten des Naturhistorischen Vereins.

Seite

Bericht über die Lage und Tätigkeit des Vereins. . XXXVIII

Kassenbericht für das Jahr 1917 XXXVIII

Mitgliederverzeichnis I

Zugangsverzeichnis der Bibliothek XXI

„ „ Sammlungen XXXVII





Verzeichnis der Mitglieder

des Naturhistorischen Vereins der preußischen Rheinlande und Westfalens.

Am 1. Dezember 1917.

Vorstand.

Vorsitzender: Vogel, Berghauptmann, Oberbergamtsdirektor a. D. in Bonn (Drachenfelsstr. 3).
Stellvertretender Vorsitzender: Körfer, Geheimer Bergrat in Bonn (Kurfürstenstr. 50).
Schriftführer: Voigt, Dr., Professor der Zoologie in Bonn (Maarflach 4).
Schatzmeister: Henry, Buchhändler in Bonn (Schillerstr. 12).

Kuratorium.

Ehrenmitglieder des Vereins.

de Koninck, Dr., Professor der Geologie in Lüttich.
Rauff, Dr., Geh. Bergrat, Professor der Geologie in Berlin.
Wirtgen, Rentner in Bonn.

Vertreter der Universitäten Bonn und Münster und der Techn. Hochschule Aachen.

Für Bonn: Brauns, Dr., Geh. Bergrat, Professor der Mineralogie und Petrographie in Bonn (Endenicher Allee 32).
Für Münster: Busz, Dr., Geh. Bergrat, Professor der Mineralogie und Geologie in Münster.
Für Aachen: Dannenberg, Dr., Professor der Geologie in Aachen (Rudolfstr. 35).

Vertreter der Oberbergämter Bonn und Dortmund.

Für Bonn: Liesenhoff, Oberbergrat in Bonn.
Für Dortmund: Schantz, Oberbergrat in Dortmund.

Vertreter der in den betreffenden Regierungsbezirken ansässigen Mitglieder.

Für d. Rgbz. Köln: Janson, Dr., Professor in Köln.
„ „ „ Koblenz: Seligmann, Gustav, Dr., Kommerzienrat, Banquier in Koblenz.
„ „ „ Trier: —
„ „ „ Aachen: Eckert, Dr., Professor der Geographie in Aachen.
„ „ „ Düsseldorf: —
„ „ „ Arnsberg: —
„ „ „ Münster: Busz, Dr., Geheimer Bergrat, Professor der Mineralogie und Geologie in Münster.
„ „ „ Minden: Morsbach, Oberbergrat und Salinendirektor in Bad Oeynhausen.

Kuratoren für die Sammlungen, Bibliothek usw.

Kaiser, Dr., Professor der Mineralogie und Geologie in Gießen.
Hesse, Dr., Prof. der Zoologie in Bonn.
Wirtgen, Ferd., Rentner in Bonn

Vertreter der Verbandvereine.

Für d. Naturwissenschaftliche Abteilung der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn: Fitting, Dr., Prof. d. Botanik in Bonn.
„ „ Medizinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft zu Münster i. W.: Busz, Dr., Geheimer Bergrat, Professor der Mineralogie und Geologie in Münster.
„ „ Niederrheinischen geologischen Verein: Steinmann, Dr., Geh. Bergrat, Prof. d. Geologie u. Paläontologie in Bonn.
„ „ Botanischen Verein für Rheinland-Westfalen: Wieler, Dr., Professor der Botanik in Aachen.

Für d. Zoologischen Verein für Rheinland-Westfalen: König, Dr., Professor der Zoologie in Bonn.
„ „ Rheinischen Provinzial-Lehrerverein für Naturkunde: Otto, Lehrer in Langenlonsheim.
„ „ Westfälischen Provinzial-Lehrerverein für Naturkunde: Zimmermann, Lehrer in Schwelm.
„ „ Naturwissenschaftliche Gesellschaft in Aachen: Drecker, Dr., Professor in Aachen.
„ „ Nat. Verein für Bielefeld und Umgegend: Zickgraff, Dr., Oberlehrer in Bielefeld.
„ „ Nat. Verein in Dortmund: Weinert, Professor in Dortmund.
„ „ Nat. Verein in Düsseldorf: O. Vogel, Ingenieur in Düsseldorf-Oberkassel.
„ „ Nat. Verein in Elberfeld: Waldschmidt, Dr., Professor in Elberfeld.
„ „ Nat Verein in Essen (Ruhr): Schichtel, Dr., Professor in Essen.
„ „ Nat. Ver. in Koblenz: Göbel, Dr., Professor in Koblenz.
„ „ Verein zur Förderung des Museums für Naturkunde in Köln: Janson, Dr, Professor in Köln.
„ „ Nat. Ver. in Krefeld: Pahde, Dr., Professor in Krefeld.
„ „ Nat. Ver. in Mörs: Gebühr, Oberlehrer in Mörs.

Mitglieder der Arbeitsausschüsse.

Redaktionsausschuss.

Brauns, Dr., Geheimer Bergrat, Professor der Mineralogie u. Petrographie in Bonn.
Hesse, Dr., Professor der Zoologie u. vergl. Anatomie in Bonn.
Kaiser, Dr., Professor der Mineralogie und Geologie in Gießen.
Körfer, Oberbergrat in Bonn.
Körnicke, Dr., Professor der Botanik in Bonn.
Philippson, Dr., Professor der Geographie in Bonn.
Rauff, Dr., Geh. Bergrat, Professor der Geologie in Berlin.
Steinmann, Dr., Geheimer Bergrat, Professor der Geologie und Paläontologie in Bonn.
Vogel, Berghauptmann, Oberbergamtsdirektor a. D. in Bonn.
Voigt, Dr., Professor der Zoologie in Bonn.
Wirtgen, Rentner in Bonn.

Ausschuss für Naturdenkmalpflege.

Busz, Dr., Geheimer Bergrat, Professor der Mineralogie in Münster i. W.
Eckert, Dr., Professor der Geographie in Aachen.
Hesse, Dr., Professor der Zoologie in Bonn.
Janson, Dr., Professor, Leiter des Museums für Naturkunde in Köln.
Kaiser, Dr., Professor der Mineralogie und Geologie in Gießen.
Körnicke, Dr., Professor der Botanik in Bonn.
Meinardus, Dr., Professor der Geographie in Münster i. W.
Päckelmann, Studienrat in Elberfeld.
Philippson, Dr., Geheimer Regierungs-Rat, Professor der Geographie in Bonn.
Reichensperger, Dr., Professor der Zoologie in Bonn.
Steinmann, Dr., Geheimer Bergrat, Professor der Geologie und Paläontologie in Bonn.
Stempell, Dr., Professor der Zoologie in Münster i. W.
Vigener, Hofapotheker in Wiesbaden.
Voigt, Dr., Professor der Zoologie in Bonn.
Wirtgen, Rentner in Bonn.

Ordentliche Mitglieder.

A. Regierungsbezirk Köln.

Althüser, Friedr., Geheimer Bergrat in Bonn (Meckenheimer Allee 49).
Andres, H., Mittelschullehrer in Bonn (Poppelsdorf, Argelanderstr. 124).
Bachmann, Fritz, Dr., Assistent am botanischen Institut in Bonn (Kirschallee 5).
Barthels, Phil., Dr., Zoologe in Königswinter (Hauptstr. 56).
Bauckhorn, Heinr., Hüttentechniker in Siegburg (Wilhelmstraße 165).
Baur, Heinr., Berghauptmann, Oberbergamtsdirektor a. D. in Bonn (Meckenheimer Allee 51).
Bleibtreu, Karl, Dr., Chemiker in Bonn (Argelanderstr. 96).
Borgert, Adolf, Dr., Professor der Zoologie in Bonn (Kaufmannstr. 45).
Braun, Wiegand, stud. geol. in Bonn (Jagdweg 1a).
Brauns, Reinh., Dr., Geh. Bergrat, Professor, Direktor des min.-petrogr. Institutes in Bonn (Endenicher Allee 50).

Bürbaum, Alfr., Postdirektor a. D. in Bonn (Lessingstr. 41).
Cohen, Fritz, Verlagsbuchhändler in Bonn (am Hof 30).
Dennert, E., Dr., Professor, Direktor des Keplerbundes in Godesberg (Römerstr. 23).
Döring, Adolf, Dr., in Bonn (Wesselstr. 10).
Eversheim, Paul, Dr., Professor der Physik in Bonn (Jagdweg 3).
Fein, A., Geh. Baurat a. D. in Köln (Bremer Str. 10).
Fitting, Joh., Dr., Professor, Direktor des Botanischen Instituts in Bonn (Poppelsdorfer Schloß).
Frings, Karl, Rentner in Bonn (Bachstr. 43).
Frisch, Emil, Dipl. Bergingenieur, Bergwerksdirektor in Bonn (Königstr. 30).
Gerth, Heinr., Dr., Privatdozent in Bonn (Am Weiher 3).
Georgi, Karl, Dr., Rechtsanwalt, Buchdruckereibesitzer in Bonn (Brückenstr. 26).
Gottschau, Max Henning, Bergassessor in Bonn.
Günther, F. L., Amtsgerichtsrat a. D. in Köln (Am Römerturm 5).
Havenstein, Gust., Dr., Landes-Ökonomierat in Bonn (Königstraße 31).
Henry, Karl, Buchhändler in Bonn (Schillerstr. 12).
Hesse, Rich., Dr., Professor, Direktor des zool. u. vergl. anat. Inst. in Bonn (Beringstr. 7).
Höchst, Oberbergrat in Bonn (Kaiserplatz).
Husemann, W., Seminarlehrer in Gummersbach.
Janson, Dr., Professor, Leiter des Museums für Naturkunde in Köln-Lindental (Moslerstr. 66).
Junkersdorf, Peter, Dr., Assistent am physiologischen Institut in Bonn (Mozartstr. 34).
Koch, Jak., Oberlehrer in Siegburg (Bonner Str. 36).
Koch, Jak., Professor am Pädagogium in Rüngsdorf (Bonner Straße 23).
Kocks, Jos., Dr. med., Professor der Gynäkologie in Bonn (Kaiser-Friedrich-Str. 14).
Kölliker, Alfr., Dr., Chemiker, Fabrikbesitzer in Beuel (Nordstraße 4).
König, Alex, Dr., Geh. Reg.-Rat, Professor der Zoologie in Bonn (Koblenzer Str. 164).
Körfer, Franz, Oberbergrat in Bonn (Kurfürstenstr. 50).
Körnicke, Max, Dr., Professor der Botanik, Direktor d. Botan. Inst. d. Landwirtsch. Akad. in Bonn (Bonner Talweg 45).
Krames, Karl, Hauptlehrer in Kirdorf, Kr. Euskirchen.
Krantz, F., Dr., Inhaber des Rhein. Min.-Kontors in Bonn (Herwarthstr. 36).

Krümmer, G., Berghauptmann und Oberbergamtsdirektor in Bonn (Konviktstr. 2a).
Lauche, A., Dr. med. in Bonn (Koblenzer Str. 23).
Laué, W., Beigeordneter der Stadt Köln, in Köln (Herwarthstraße 31).
Lengersdorf, Franz, Mittelschullehrer in Bonn (Michaelstr. 16).
Liesenhoff, Albert, Oberbergrat in Bonn (Humboldtstr. 29).
Lörbroks, Alfr., Geh. Bergrat in Bonn (Lennéstr. 35).
Lürges, Jos, Rentner in Bonn (Mozartstr. 17).
Macco, A., Bergassessor a. D. in Köln-Marienburg (Leyboldstr. 29).
De Maes, Ed., Kunstmaler in Bonn (Schillerstr. 5).
Neuenhofer, Alfons, Geistl. Lehrer in Neuenkirchen.
Overzier, Herm., Dr., Arzt f. innere Krankh. in Köln (Salierring 14).
Pflüger, Alex., Dr., Professor der Physik in Bonn (Joachimstraße 5).
Philippson, Alfr., Dr., Geh. Reg.-Rat, Professor d. Geographie in Bonn Königstr. 1).
Pohl, Ed., Ingenieur in Rhöndorf.
vom Rath, Emil, Geh. Kommerzienrat in Köln (Kaiser-Wilhelm-Ring 15).
Reichensperger, Aug., Dr., Professor d. Zoologie in Bonn, Rittershausstr. 19).
v. Rigal-Grunland, Franz Max, Freiherr, Rittergutsbesitzer in Godesberg).
Roth, Franz, Dr., Oberlehrer in Godesberg.
Schauß, Rud., Dr., Oberlehrer in Godesberg (Augusta-Viktoriastr. 85).
Schiefferdecker, Paul, Dr. med., Professor der Anatomie in Bonn (Kaiserstr. 37).
Schlickum, A., Dr., Professor am Gymnasium in Köln (Rolandstr. 8).
Schmidt, Walt., Lehrer in Köln-Raderthal (Brühlerstr. 28).
Schmidt, Wilh., Dr., Professor der Zoologie, Assistent am zoologischen Institut in Bonn (Wilhelmstr. 40).
Schneider, Hans, Dr., Oberlehrer in Bonn (Endenicher Allee 106).
Schneider, Paul, Dr, Oberlehrer in Bonn (Göbenstr. 15).
Simons, Professor in Bedburg.
Simrock, Francis, Dr. med., Rentner in Bonn (Königstr. 4).
Söhren, Herm., Direktor a. D. der Gas-, Elektrizitäts- und Wasserwerke in Bonn (Endenicher Allee 12).
Soennecken, Friedr., Kommerzienrat, Fabrikbesitzer in Poppelsdorf (Reuterstr. 2b).

Steinkamm, E., Zivil-Ingenieur, Fabrikdirektor a. D. in Bonn (Lisztstr. 20).
Steinmann, Gust., Dr., Professor, Geh. Bergrat, Direktor des geolog.-paläontolog. Institutes in Bonn (Poppelsdorfer Allee 98).
Stratmann, Jos., Oberlehrer in Bonn (Kaiserstr. 35).
Strubell, Adolf, Dr., Professor der Zoologie in Bonn (Lessingsstr. 13).
Study, Eduard, Dr., Geh. Reg.-Rat, Professor der Mathematik in Bonn (Argelanderstr. 126).
Stürtz, Bernh., Geologe, Inhaber des min. u. pal. Kontors in Bonn (Riesstr. 2).
Thomé, Otto Wilhelm, Dr., Professor, Geh. Regierungsrat, Realschuldirektor in Köln (Altenbergstr. 14).
Tilmann, Norbert, Dr., Professor der Geologie und Paläontologie in Bonn (Bennauerstr. 39).
Treue, Paul, Oberbergrat in Bonn (Weberstr. 98).
Uhlig, H., Dr., Privatdozent, Assistent am mineralog.-petrogr. Institut d. Universität in Bonn (Weberstr. 34).
Vogel, Heinr., Berghauptmann, Oberbergamtsdirektor a. D. in Bonn (Drachenfelsstr. 3).
Vogel, Rud., Bergbaubeflissener in Bonn (Drachenfelsstr. 3).
Voigt, Walt., Dr., Professor, Kustos am Laboratorium des zoologischen Institutes in Bonn (Maarflach 4).
Wandesleben, Heinr., Geheimer Bergrat, Oberbergrat a. D. in Bonn (Kaiserstraße 39).
Wanner, Joh., Dr., Professor der Geologie und Paläontologie in Bonn (Beringstr. 23).
Welter, Otto, Dr., Privatdozent d. Geologie u. Paläont. in Bonn (Beringstr. 4).
Winterfeld, Dr., Professor am Gymnasium in Mülheim a. Rh. (Sedanstr. 9).
Wirtgen, Ferd., Rentner in Bonn (Niebuhrstr. 55).
Wunderlich, Ludw., Dr., Direktor des Zoolog. Gartens in Köln-Riehl.
Zöller, Aug., Bergassessor in Bonn (Königsstr. 62).

B. Regierungsbezirk Koblenz.

Andreae, Hans, Dr. phil. in Burgbrohl.
Brühl, Dr., Knappschaftsarzt a. D. in Boppard.
Dahm, Alfr., Weingutsbesitzer in Walporzheim.
Follmann, Otto, Dr., Professor am Gymnasium in Koblenz (Fischelstr. 38).

Geib, Karl, Gymnasiallehrer in Kreuznach.
Geisenheyner, Oberlehrer a. D. in Kreuznach (Mühlenstr. 72).
Gieseler, C. A., Apotheker in Kirchen (Kreis Altenkirchen).
Hambloch, Ant., Dr.-Ing, Direktor der Traßwerke in Andernach.
Hecking, Seminardirektor in Boppard.
Hohbein, Pfarrer in Mandel bei Kreuznach.
Josten, Walt., Studienreferendar in Kreuznach (Gymnasialstraße 7).
Klutz, Hugo, Direktor des Schwemmstein-Syndikates in Neuwied (Fischelstr.).
Melsheimer, M., Oberförster a. D. in Linz.
Menke, Heinr. Wilh., Dr., Oberlehrer in Pfaffendorf bei Koblenz (Emser Str. 89c).
Meyer, Heinr., Dr., in Koblenz (Moselweißer Weg 48).
Michels, Franz Xaver, Gutsbesitzer in Andernach.
v. Oswald, Willy, Geh. Kommerzienrat, Bergassessor a. D. in Koblenz (Rheinzollstr. 6).
Otto, K., Lehrer in Langenlonsheim bei Kreuznach.
Penningroth, O., Wissenschaftlicher Lehrer an der höheren Stadtschule in Kirn a. d. Nahe.
Röttgen, Karl, Amtsgerichtsrat in Koblenz (Kirchstr. 3).
Rübsaamen, Ew. H., Professor in Metternich bei Koblenz (Trierer Str. 41).
Schulz, Paul, Bergrat in Koblenz (Oberwerth 1).
Seibert, W., Optiker in Wetzlar.
Seligmann, Gust., Dr., Bankier, Kommerzienrat, Stadtverordneter in Koblenz (Neustadt 5).
Thüner, Ant., Lehrer in Bendorf a. Rh.

C. Regierungsbezirk Trier.

Böcker, Berginspektor auf Grube Vonderheydt, Saarbrücken.
Böcking, Rud., Geh. Kommerzienrat auf Halberger Hütte bei Brebach.
Britten, Mich., Dr., Oberlehrer in Saarbrücken (III, Bismarckstraße 22).
Dewes, M., Lehrer a. D. in Nunkirchen, Kr. Merzig.
Dohm, Stephan, Hauptlehrer in Gerolstein.
Giani, Karl, Oberbergrat und Bergwerksdirektor in Friedrichsthal b. Saarbrücken.
Herwig, Dr., Professor am Gymnasium in Saarbrücken (III Am Schwarzenberg).
Jacobs, E., Berginspektor in Saarbrücken.

Knops, Oberbergrat, Stellvertretender Vorsitzender der Bergwerksdirektion in Saarbrücken (Schloßplatz 3).
Löser, Rud., Dr., Oberlehrer in Dillingen a. d. Saar.
Neff, Oberbergrat, Bergwerksdirektor, in Sulzbach a. d. Saar.
v. Nell, Oswald, Stud. rer. nat. et math., in Trier (Haus St. Matthias).
Roos, Fritz, Bergassessor in Saarbrücken (Kanalstr. 7).
Schwemann, Bergwerksdirektor in Saarbrücken.
Stoll, Friedr., Werkschullehrer in Völklingen (Gymnasialstr. 13).
Willing, Herm., Bergassessor in Saarbrücken (Dudweiler Str.).

D. Regierungsbezirk Aachen.

Dannenberg, A., Dr., Professor der Geologie a. d. techn. Hochschule in Aachen (Rudolfstr. 35).
Drecker, J., Dr., Professor an der Oberrealschule mit Reformgymnasium in Aachen (Körnerstr. 15).
Eckert, Max, Dr., Professor der Geographie in Aachen (Eupener Str. 143).
Fenter, Jos., Dr. in Aachen (Ludwigalle 1b).
Geyr von Schweppenburg, Freiherr Hans, Forstassessor in Müddersheim, Kr. Düren.
Hahn, Otto, Berginspektor in Aachen.
Hausmann, Gottfr., Lehrer in Düren (Roonstr.).
Klockmann, Dr., Geh. Regierungsrat, Prof. der Mineralogie a. d. technisch. Hochschule in Aachen.
Kurtz, E., Dr., Professor am Gymnasium in Düren (Aachener Str. 30).
Ludovici, Bergrat in Aachen.
van Megeren, Gerh., Lehrer in Venwegen bei Kornelimünster.
Othberg, Eduard, Bergrat in Aachen.
Polis, Peter, Dr., Professor, Direktor des meteorologischen Observatoriums in Aachen (Monheimallee 62).
Renker, Gust., Papierfabrikant in Düren (Nideggener Str.).
Schiltz, A., Apotheker in St. Vith.
v. Scotti, P., Bergassessor in Aachen (Maria-Theresia-Allee 47).
Semper, Max, Dr., Professor d. Geolog. in Aachen (Bachstr. 34).
Wershoven, Albert, in Gemünd.
Wieler, Arwed, Dr., Professor der Botanik, Direktor des botanischen Institutes in Aachen (Nizzaallee 71).

E. Regierungsbezirk Düsseldorf.

Adolph, G. E., Dr., Professor in Elberfeld (Briller Str. 155)
André, Dr., Oberlehrer an der Krupp-Oberrealschule in Essen-West.
Aulich, Dr., Professor a. d. Kgl. Maschinenbau- und Hüttenschule in Duisburg (Prinz-Albrecht-Str. 33).
Bach, H., Professor in Mettmann (Kaiserstr. 17).
Boschheidgen, Dr., Amtsgerichtsrat in Niep bei Mörs.
Bürger, Willy, Dr., Oberlehrer am Städt. Realgymnasium in Elberfeld (Beethovenstr. 1).
Carp, Ed., Geh. Justizrat a. D. in Düsseldorf (Inselstr. 10).
Cullmann, Karl, Oberlehrer in Remscheid (Königstr. 17).
Eiden, M., Städtischer Vermessungs-Sekretär in Elberfeld (Klever Str. 10).
Eigen, Rektoratschullehrer in Hückeswagen (Peterstr. 10).
Fehl, Heinr., Mittelschullehrer in Elberfeld (Kipdorf 10).
Große, Hans, Präparandenlehrer in Essen-Rüttenscheid (Olmarstraße 13).
Hahne, Karl, Fabrikant in Barmen (Dornerbrückenstr. 2a).
Haniel, Aug., Ingenieur in Düsseldorf (Goltstein-Str. 27).
Hausmann, W., Präparandenlehrer in Essen-Rüttenscheid (Dagobertstr. 13).
Höppner, Hans, Realschullehrer in Krefeld (Viktoriastr. 145).
Hülskötter, Professor in Düsseldorf (Prinz-Georg-Str. 35).
Imig, J., Rektor in Wülfrath (Düsseler Str. 29).
Jäckel, Dr. in Vohwinkel (Bismarckstr. 101).
Kober, Gymnasiallehrer in Mülheim a. d. Ruhr (Mühlenfeld 47).
Köhn, W., Oberlehrer in Duisburg (Pulverweg 44).
Königs, Emil, Dr., Rentner in Krefeld.
Köp, Theod., Dr., Oberlehrer in Elberfeld (Charlottenburger Straße 51).
Löscher, Wilh., Dr., Oberlehrer in Essen a. d. Ruhr (Margaretenstr. 21).
Loos, Dr., Geh. Justizrat, Oberlandesgerichtsrat in Düsseldorf (Achenbachstraße 14).
Lünenborg, Geh. Regierungsrat, Schulrat in Düsseldorf (Kronprinzenstr. 2).
Lüstner, Otto, Vorsteher der technischen Bibliothek d. Gußstahlfabr. v. Friedr. Krupp in Essen-Ruhr (Baumstr. 14).
Meyer, Andr., Dr., Professor in Essen a. d. Ruhr (Akazien-Allee 23).
Michaelis, Oberlehrer in Duisburg (Düsseldorfer Str. 124).

Müller-Reinhard, Jos., Dr., Oberlehrer am Kgl. Gymnasium in Duisburg (Prinzenstr. 25).
Päckelmann, Wolfg., Oberlehrer in Barmen (Mozartstr. 7).
Palzer, Friedr. jr., in München-Gladbach (Regentenstr. 93).
Puhlmann, E., Leiter des Naturwissenschl. Museums in Krefeld.
Recht, Heinr., Dr., Professor am Realgymnasium in Elberfeld.
Riechen, Fr., Dr., Direktor, Leiter des öffentl. Untersuchungsamtes f. d. Stadt- u. Landkreis Essen, in Essen a. d. Ruhr (Schönleinstr. 25).
Roloff, Paul, Professor an der Oberrealschule in Krefeld, in St. Tönis bei Krefeld (Haus Eckerbusch).
Rosikat, Louis, Professor am Realgymnasium in Duisburg-Laar (Kanzlerstr. 31).
Sander, H., Pfarrer in Vörde.
Schichtel, K., Dr., Professor an der Oberrealschule in Essen a. d. Ruhr (Schnutenhausstr. 10).
Schmidt, Hans, Dr., Oberlehrer am Realgymnasium in Krefeld (Westwall 134).
Schoppe, Jos, Lehrer in Essen a. d. Ruhr (Lydiastr. 9).
Schultz-Briesen, Bruno, Generaldirektor in Düsseldorf (Schillerstr. 19).
Smidt, H., Dr. med, Arzt in Düsseldorf (Cecilienallee 81).
Spriestersbach, Jul., Hauptlehrer in Remscheid-Reinshagen. (Freiheitstr. 32a).
Steeger, Alb., Präparandenlehrer in Krefeld (Sternstr. 70).
Wefelscheid, H., Dr. in Essen a. d. Ruhr (Luisenschule, Bismarckplatz).
Wiemers, F., Dr., Oberlehrer in Solingen.
Wunz, Lehrer in Haan, Kr. Mettmann.

F. Regierungsbezirk Arnsberg.

Adams, Oberbergrat in Waltrop b. Dortmund.
Balkenhol, Oberlehrer in Witten.
Bierbrodt, Wilh., Töchterschullehrer in Hamm (Oststr. 8).
Bimler, Oberbergamtsmarkscheider in Dortmund (Johannesstraße 19).
Crevecoeur, E., Apotheker in Siegen (Giersbergstr. 1).
Dresler, Ad., Geh. Kommerzienrat, Gruben- und Hüttenbesitzer in Kreuzthal bei Siegen.
Fischer, Otto, Kaufmann in Hagen (Eppenhausener Str. 30).
Forschpiepe, Dr., Chemiker in Dortmund (Münsterstr. 224).
Franke, Adolf, Lyceallehrer in Dortmund (Junggesellenstr. 18).

Fremdling, Oberbergamtsmarkscheider in Dortmund (Knappenberger Str. 108).
Göppner, Pfarrer in Berleburg.
Haas, Geh. Bergrat in Siegen (Koblenzer Str. 24).
Janßen, Bergassessor, Generaldirektor der Bergwerksgesellschaft Trier in Hamm (Ostenallee 36).
Jüngst, Otto, Bergrat in Siegen (Koblenzer Str.).
Kerp, Kreisschulinspektor in Attendorn.
v. Königslöw, H., Bergrat, zugleich Bergschuldirektor in Siegen (Unteres Schloß 8).
Kukuk, Bergassessor, Geologe der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum (Bergstr. 135).
Liebrecht, Franz, Berghauptmann, Oberbergamtsdirektor in Dortmund.
Liebrecht, F., Dr., Geologe in Lippstadt.
Mintrop, L., Dr. in Bochum (Kaiserring 25).
Nieling, Gust., Rentner in Röhlinghausen, Kr. Gelsenkirchen.
Schantz, Oberbergrat in Dortmund (Arndtstr. 36).
Schmitz, W., Bergwerksdirektor auf Zeche Fröhliche Morgensonne bei Wattenscheid.
Schönemann, P., Dr., Professor in Soest (Westenhohlweg 26).
Schulz, Oskar, Bergassessor in Dortmund (Südwall 19).
Stöcker, Oberbergrat in Dortmund (Göbenstr. 20).
Walter, Heinr., Markscheider in Dortmund (Johannesstr. 19).
Weinert, E., Professor in Dortmund (Märkische Str. 60).
Wörmann, Stadtschulrat in Dortmund (Heiligenweg 11).
Zimmermann, Ernst, Lehrer in Schwelm (Gasstr. 7).
Zix, Heinr., Geheimer Bergrat in Dortmund.

G. Regierungsbezirk Münster.

Bömer, Dr., Professor der Chemie, Vorsteher der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Münster (Südstr. 74).
Busz, Dr., Geh. Bergrat, Professor der Mineralogie und Geologie, Direktor des mineralogischen und paläontologischen Institutes in Münster (Heerdestr. 16).
Förster, Oberingenieur in Münster (Südstr. 8).
Freusberg, Jos., Landesökonomierat in Münster (Neubrückenstraße 65).
von Gescher, Geh. Ober-Regierungsrat, Regierungs-Präsident a. D. in Münster (Mauritzheide).
Hasenbäumer, Dr., Chemiker der landwirtschaftlichen Versuchstation in Münster (Landw. Versuchstation).

Hittorf, Dr., Geheimer Regierungsrat, Professor der Physik in Münster (Langenstr. 11).
Jacobfeuerborn, Dr., in Münster (Kampstr. 18)
Käther, Ferd., Oberbergrat, Bergwerksdirektor in Ibbenbüren.
Kaßner, Dr., Professor für pharmazeutische Chemie, Dirigent der pharm.-chem. Abteilung d. chem. Institutes in Münster (Nordstr. 39).
Koch, Dr., in Münster (Zoolog. Institut).
Könen, Otto, Gerichtsassessor in Münster (Schillerstr. 31).
König, Dr., Geheimer Regierungsrat, Professor der Hygiene und Nahrungsmittel-Chemie in Münster (Gartenstr. 63).
Laufhütte, H., Markscheider in Recklinghausen.
v. Meer, Oberbergrat in Gladbeck, Kr. Recklinghausen.
Meinardus, Dr., Professor, Vorsteher des geographischen Apparates in Münster (Heerdestr. 28).
Pollmann, Oberlehrer in Münster (Langenstr. 37).
Rensing, Dr., Professor, Fürstl. Salm-Salmscher Generaldirektor in Anholt.
Schmelzer, Oberlehrer in Münster (Augustastr. 63).
Schmidt, G., Dr., Professor der Physik, Direktor des physikalischen Institutes in Münster (Göbenstr. 7).
Stempell, Dr., Professor der Zoologie, Direktor des zoologischen Institutes in Münster (Gertrudenstr. 31).
von Viebahn, Geheimer Ober-Regierungsrat in Münster (Königstraße 46).
Wegner, Dr., Professor der Geologie, Abteilungsvorsteher an der mineralogischen u. paläontologischen Sammlung in Münster (Pferdegasse 6).

H. Regierungsbezirk Minden.

Baruch, Maximilian Paul, Dr., Sanitätsrat in Paderborn.
Morsbach, Ad., Oberbergrat, Salinen- und Badedirektor in Bad Oeynhausen.
Sauerwald, Dr. med. in Oeynhausen.

I. Regierungsbezirk Osnabrück.

Free, Rektor in Osnabrück (Schloßwall 27).

K. In den übrigen Provinzen Preufsens.

Bärtling, Rich., Dr., Geologe a. d. Kgl. geol. Landesanstalt, Privatdozent für angewandte Geologie a. d. Kgl. Bergakademie, in Berlin-Friedenau (Stubenrauchstr. 67).

Bartling, E., Geheimer Kommerzienrat in Wiesbaden (Beethovenstr. 4).

Berger, Otto, Bergassessor in Berlin (W. Spichernstr. 18).

Böhm, Joh., Dr., Professor, Kustos an der Kgl. geol. Landesanstalt und Bergakademie, in Berlin-Schöneberg (Haberlandstr. 7).

Bornhardt, Geh. Oberbergrat, Vortragender Rat im Handelsministerium, Direktor der Kgl. Bergakademie, in Berlin-Charlottenburg (Dernburgstr. 40).

Brandt, Wilh., Apotheker in Berlin-Steglitz (Flensburger Str. 2).

Bruhns, Willy, Dr., Professor der Mineralogie, Petrographie u. Lagerstättenlehre in Klausthal.

Caron, Alb., Bergassessor a. D. Rittergutsbesitzer auf Ellenbach bei Bettenhausen-Kassel.

Cleff, Wilh., Geh. Oberbergrat, Vortragender Rat im Handelsministerium, in Berlin-Grunewald (Winklerstr. 1).

Delkeskamp, Rud., Dr. in Frankfurt a. M. (Königstr. 63).

Denckmann, Dr., Professor, Kgl. Landesgeologe in Berlin (N. 4, Invalidenstr. 44).

Dienst, Dr., Bergreferendar, Assistent am Geolog. Landesmuseum in Berlin (N. 4, Invalidenstr. 44).

Drevermann, Fr., Dr., Professor, Kustos für Geologie und Paläontologie am Museum des Senckenbergischen Institutes in Frankfurt a. M. (Niemannsfeld 10).

Fliegel, Gotthard, Dr., Bezirksgeologe an der Kgl. geol. Landesanstalt, Dozent a. d. Landwirtschaftlichen Hochschule, in Berlin-Lankwitz (Buchwitzstr. 8).

Fuchs, Alex, Dr., Bezirksgeologe an der Kgl. geol. Landesanstalt in Berlin (N. 4, Invalidenstr. 44).

Gräßner, Geh. Regierungsrat und Vortragender Rat im Reichsamt des Innern, in Berlin-Schlachtensee (Adalbertstr. 25 A. I).

Hahne, Aug., Stadtrat in Stettin (Neutorney, Dunkerstr. 19).

Helfer, Herm., Dr., in Berlin-Lichterfelde (Mühlenstr. 26).

Krause, P., Dr., Professor, Landesgeologe an der Kgl. geol. Landesanstalt in Berlin (N. 4, Invalidenstr. 44).

Krusch, Dr., Professor, Abteilungsdirigent an der Kgl. geol. Landesanstalt, Dozent an der Bergakademie, in Berlin-Charlottenburg (Kaiserdamm 103/104).

Lent, Regierungs- und Forstrat in Allenstein.

Leppla, Aug., Dr., Professor, Geh. Bergrat, Landesgeologe an der Kgl. geol. Landesanstalt, in Charlottenburg (Leibnizstraße 10).

Lorch, W., Dr., Oberlehrer in Schöneberg b. Berlin (Hänelstr. 4).

Lotz, H., Dr., Bezirksgeologe an der Kgl. geol. Landesanstalt, in Berlin-Dahlem (Ehrenbergstr. 17).
Massenez, Jos., Dr. ing., Bergwerksdirektor in Wiesbaden (Humboldtstr. 10).
Mellingen, Lehrer in Hanau (Gustav-Adolf-Str. 13).
Mestwerdt, Dr., Geologe an der Kgl. geol. Landesanstalt in Berlin (N. 4, Invalidenstr. 44).
Mischke, Karl, Bergingenieur in Weilburg.
Monke, Heinr., Dr., Geologe in Berlin-Wilmersdorf (Jenaer Str. 7).
Polenski, Geheimer Oberbergrat in Berlin (W. 50, Nachodstraße 25 II).
Quiring, Heinr., Dr. phil., Dr. Ing., Bergassessor in Berlin-Tempelhof (Kaiserstr. 68).
Rauff, Herm., Dr., Geh. Bergrat, Professor der Geologie und Paläontologie an der Kgl. pr. Bergakademie, in Berlin-Charlottenburg (Leibnizstr. 91).
Reuß, Max, Geh. Oberbergrat, Vortragender Rat im Ministerium für Handel und Gewerbe in Berlin (Pariser Str. 3).
Richarz, Franz, Geh. Reg.-Rat, Professor der Physik, Direktor des physikalischen Institutes in Marburg.
Richter, Rudolf, Dr., Oberlehrer in Frankfurt a. M. (Feldbergstr. 30).
Scheffer, Ludw., Bergassessor in Frankfurt a. M.
Schenck, Adolf, Dr., Professor der Geographie in Halle a. d. S. (Schillerstr. 7).
Schmitthenner, A., Hüttendirektor in Wiesbaden (Kolonie Eigenheim, Eintrachtstr. 6).
Schulte, Ludw., Dr. phil., Bezirksgeologe an der Kgl. geol. Landesanstalt, in Friedenau-Berlin (Niedstr. 37).
Spranck, Hermann, Dr., Professor in Homburg v. d. Höhe.
Stähler, Bergwerksdirektor in Heinitzgrube bei Beuthen.
Stille, H., Dr., Professsor, Direktor des mineralog. u. geolog. Institutes in Göttingen (Herzberger Landstr. 55).
Thiel, A., Dr., Professor der Chemie in Marburg a. Lahn (Weißenburger Str. 36).
Thienemann, Aug., Dr., Professor, Leiter der Hydrobiologischen Anstalt der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft, in Plön, Holstein.
Vigener, Ant., Hofapotheker in Wiesbaden (Dotzheimer Str. 33).
Wunstorf, Dr., Landesgeologe an der Kgl. geol. Landesanstalt in Berlin (N. 4, Invalidenstr. 44).

L. In anderen Teilen des Deutschen Reiches.

Arlt, Bergassessor in München (Herzogparkstr. 2).

Beckenkamp, J., Dr., Professor, Direktor des geolog. und miner. Institutes in Würzburg (Pleicher Glacisstr. 14).

Braubach, Berghauptmann, Ministerialrat in Straßburg i. E. (Lessingstr. 8).

Bücking, H., Dr. phil., Professor, Direktor des mineralog. Institutes in Straßburg i. E. (Lessingstr. 7).

Hahn, Alexander, Rentner in Idar.

Harrassowitz, Herm., Professor der Mineralogie und Geologie in Gießen (Ludwigstr. 30).

Haupt, Dr., Kustos am Großherzogl. Landesmuseum in Darmstadt (Fuchsstr. 21).

Hentze, E., Geologe am Mineralogisch-geologischen Institut in Hamburg (Lübecker Tor 22).

Kaiser, Erich, Dr., Professor, Direktor des mineralog. Instit. in Gießen (Löberstr. 25).

Klähn, H., Dr., in Kolmar, Els. (Türkheimer Str. 33).

Knoop, L., Lehrer in Börßum (Braunschweig).

Müller, Fr., Dr., Ober-Realschul-Direktor in Oberstein.

Rohrbach, C. E. M., Professor, Realschuldirektor in Gotha (Galberg 11)

Rose, F., Dr, Professor in Straßburg i. E. (Schwarzwaldstr. 36).

Schenck, Heinrich, Dr., Professor, Geh. Hofrat, Direktor des botan. Institutes in Darmstadt (Nicolaiweg 6).

Scherer, Ignaz, Oberbergrat in Straßburg i. E (Taubenstr. 22).

Steuer, Dr., Professor, Bergrat, Landesgeologe in Darmstadt (Grüner Weg 20).

Stoppenbrink, Franz, Dr., Oberlehrer in Wandsbeck bei Hamburg (Antonstr. 53).

Waldschmidt, H., Dr., Professor in Bad Wildungen (Brunnenstraße 31).

Wilckens, Otto, Dr., Professor der Paläontologie in Straßburg i. E. (Ruprechtsauer Allee 22).

M. Im Ausland.

Hagen, Joh., Gießerei-Ingenieur in Echternach (Ohrbachstr. 15).

Klein, Edm. J., Dr., Professor der Biologie, Vorsteher der staatl. mikroskop. Anstalt in Luxemburg (Äußerer Ring 20).

Klein, W. C., Dr., Mijningenieur, Geoloog bij de Bataafsche Petroleum Maatschappij in Weltevreden, Nederl. Indie,

Verzeichnis der Mitglieder

des Naturhistorischen Vereins der preußischen Rheinlande und Westfalens.

Am 1. Dezember 1917.

Vorstand.

Vorsitzender: Vogel, Berghauptmann, Oberbergamtsdirektor a. D. in Bonn (Drachenfelsstr. 3).
Stellvertretender Vorsitzender: Körfer, Geheimer Bergrat in Bonn (Kurfürstenstr. 50).
Schriftführer: Voigt, Dr., Professor der Zoologie in Bonn (Maarflach 4).
Schatzmeister: Henry, Buchhändler in Bonn (Schillerstr. 12).

Kuratorium.

Ehrenmitglieder des Vereins.

de Koninck, Dr., Professor der Geologie in Lüttich.
Rauff, Dr., Geh. Bergrat, Professor der Geologie in Berlin.
Wirtgen, Rentner in Bonn.

Vertreter der Universitäten Bonn und Münster und der Techn. Hochschule Aachen.

Für Bonn: Brauns, Dr., Geh. Bergrat, Professor der Mineralogie und Petrographie in Bonn (Endenicher Allee 32).
Für Münster: Busz, Dr., Geh. Bergrat, Professor der Mineralogie und Geologie in Münster.
Für Aachen: Dannenberg, Dr., Professor der Geologie in Aachen (Rudolfstr. 35).

Essen a. d. Ruhr. Stadtbibliothek.
„ „ „ „ Museum der Stadt.
„ „ „ „ Verein für die bergbaulichen Interessen im Oberbergamtsbezirk Dortmund.
„ „ „ „ Naturwissenschaftlicher Verein.
Klausthal a. Harz. Kgl. Oberbergamt.
Koblenz. Naturwissenschaftlicher Verein.
Köln. Verein zur Förderung des Museums für Naturkunde.
Krefeld. Naturwissenschaftlicher Verein.
Laach. Abtei Maria-Laach.
Marburg a. d. Lahn. Geologisches Institut der Universität.
Minden. Kgl. Regierung.
Mörs. Naturwissenschaftlicher Verein.
München-Gladbach. Museum.
Münster i. W. Bibliothek der Kgl. Universität.
Neuwied. Stadtbibliothek.
„ Verein für Naturkunde, Garten- und Obstbau.
Recklinghausen. Kgl. Bergwerksdirektion.
Remscheid. Mathematische Gesellschaft.
Saarbrücken. Kgl. Bergwerksdirektion.
„ Kgl. Bergschule.
Siegen. Kgl. Bergschule.
„ Stadtbibliothek.
Straßburg i. E. Geologisch-paläontologisches Institut der Kais. Universität.
Trier. Kgl. Kaiser-Wilhelm-Gymnasium.
„ Kgl. Friedrich-Wilhelm-Gymnasium.
„ Hindenburg-Realgymnasium mit Realschule.
„ Verein für Naturkunde.
Tübingen. Kgl. Universitätsbibliothek.
Venlo. Collegium Albertinum.

Am 1. Dezember 1917 betrug:

die Zahl der Ehrenmitglieder	3
die Zahl der ordentlichen Mitglieder:	
im Regierungsbezirk Köln	88
" " Koblenz	25
" " Trier	16
" " Aachen	19
" " Düsseldorf	48
" " Arnsberg	31
" " Münster	23
" " Minden	3
" " Osnabrück	1
in den übrigen Provinzen Preußens	46
" " anderen Teilen des Deutschen Reiches	20
im Ausland	10
die Zahl der Bibliotheken	51
	384

Ausschuss für Naturdenkmalpflege.

Busz, Dr., Geheimer Bergrat, Professor der Mineralogie in Münster i. W.
Eckert, Dr., Professor der Geographie in Aachen.
Hesse, Dr., Professor der Zoologie in Bonn.
Janson, Dr., Professor, Leiter des Museums für Naturkunde in Köln.
Kaiser, Dr., Professor der Mineralogie und Geologie in Gießen.
Körnicke, Dr., Professor der Botanik in Bonn.
Meinardus, Dr., Professor der Geographie in Münster i. W.
Päckelmann, Studienrat in Elberfeld.
Philippson, Dr., Geheimer Regierungs-Rat, Professor der Geographie in Bonn.
Reichensperger, Dr., Professor der Zoologie in Bonn.
Steinmann, Dr., Geheimer Bergrat, Professor der Geologie und Paläontologie in Bonn.
Stempell, Dr., Professor der Zoologie in Münster i. W.
Vigener, Hofapotheker in Wiesbaden.
Voigt, Dr., Professor der Zoologie in Bonn.
Wirtgen, Rentner in Bonn.

Ordentliche Mitglieder.

A. Regierungsbezirk Köln.

Althüser, Friedr., Geheimer Bergrat in Bonn (Meckenheimer Allee 49).
Andres, H., Mittelschullehrer in Bonn (Poppelsdorf, Argelanderstr. 124).
Bachmann, Fritz, Dr., Assistent am botanischen Institut in Bonn (Kirschallee 5).
Barthels, Phil., Dr., Zoologe in Königswinter (Hauptstr. 56).
Bauckhorn, Heinr., Hüttentechniker in Siegburg (Wilhelmstraße 165).
Baur, Heinr., Berghauptmann, Oberbergamtsdirektor a. D. in Bonn (Meckenheimer Allee 51).
Bleibtreu, Karl, Dr., Chemiker in Bonn (Argelanderstr. 96).
Borgert, Adolf, Dr., Professor der Zoologie in Bonn (Kaufmannstr. 45).
Braun, Wiegand, stud. geol. in Bonn (Jagdweg 1a).
Brauns, Reinh., Dr., Geh. Bergrat, Professor, Direktor des min.-petrogr. Institutes in Bonn (Endenicher Allee 50).

Bürbaum, Alfr., Postdirektor a. D. in Bonn (Lessingstr. 41).
Cohen, Fritz, Verlagsbuchhändler in Bonn (am Hof 30).
Dennert, E., Dr., Professor, Direktor des Keplerbundes in Godesberg (Römerstr. 23).
Döring, Adolf, Dr., in Bonn (Wesselstr. 10).
Eversheim, Paul, Dr., Professor der Physik in Bonn (Jagdweg 3).
Fein, A., Geh. Baurat a. D. in Köln (Bremer Str. 10).
Fitting, Joh., Dr., Professor, Direktor des Botanischen Instituts in Bonn (Poppelsdorfer Schloß).
Frings, Karl, Rentner in Bonn (Bachstr. 43).
Frisch, Emil, Dipl. Bergingenieur, Bergwerksdirektor in Bonn (Königstr. 30).
Gerth, Heinr., Dr., Privatdozent in Bonn (Am Weiher 3).
Georgi, Karl, Dr., Rechtsanwalt, Buchdruckereibesitzer in Bonn (Brückenstr. 26).
Gottschau, Max Henning, Bergassessor in Bonn.
Günther, F. L., Amtsgerichtsrat a. D. in Köln (Am Römerturm 5).
Havenstein, Gust., Dr., Landes-Ökonomierat in Bonn (Königstraße 31).
Henry, Karl, Buchhändler in Bonn (Schillerstr. 12).
Hesse, Rich., Dr., Professor, Direktor des zool. u. vergl. anat. Inst. in Bonn (Beringstr. 7).
Höchst, Oberbergrat in Bonn (Kaiserplatz).
Husemann, W., Seminarlehrer in Gummersbach.
Janson, Dr., Professor, Leiter des Museums für Naturkunde in Köln-Lindental (Moslerstr. 66).
Junkersdorf, Peter, Dr., Assistent am physiologischen Institut in Bonn (Mozartstr. 34).
Koch, Jak., Oberlehrer in Siegburg (Bonner Str. 36).
Koch, Jak., Professor am Pädagogium in Rüngsdorf (Bonner Straße 23).
Kocks, Jos., Dr. med., Professor der Gynäkologie in Bonn (Kaiser-Friedrich-Str. 14).
Kölliker, Alfr., Dr., Chemiker, Fabrikbesitzer in Beuel (Nordstraße 4).
König, Alex, Dr., Geh. Reg.-Rat, Professor der Zoologie in Bonn (Koblenzer Str. 164).
Körfer, Franz, Oberbergrat in Bonn (Kurfürstenstr. 50).
Körnicke, Max, Dr., Professor der Botanik, Direktor d. Botan. Inst. d. Landwirtsch. Akad. in Bonn (Bonner Talweg 45).
Krames, Karl, Hauptlehrer in Kirdorf, Kr. Euskirchen.
Krantz, F., Dr., Inhaber des Rhein. Min.-Kontors in Bonn (Herwarthstr. 36).

318 Berlin. Kgl. preuß. Akademie d. Wissensch.: Sitzungsberichte 1916, 1917.
329 — Kgl. geol. Landesanstalt und Bergakademie: Abhandlungen, N. F. 79, 80, 82. Jahrbuch 1914, Bd. 35, T. 3; 1915, Bd. 36, T. 1, 2. Geol. Karte von Preußen u. d. Thür. Staaten, nebst Erläuterungen, Lief. 181, 182, 185, Beiträge z. geol. Erforschung d. dtsch. Schutzgebiete, H. 8—14.
335 — Kgl. preuß. Landesanstalt für Gewässerkunde: Jahrbuch für d. Gewässerkunde Norddtschl. Abflußjahr 1912, 1913.
340 — Kgl. preuß. meteorolog. Institut: Abhandlungen, Bd. 5, N. 4—5. Bericht 1916.
348 — Kgl. Museum für Naturk., Zool. Sammlg.: Mitteilungen, Bd. 8, H. 1—3. Bericht 1915.
352 — Gesellschaft naturforsch. Freunde: Sitzungsberichte J. 1916, 1917. Archiv, Bd. 4, H. 1, 2.
364 — Deutsche geol. Gesellschaft: Zeitschr., Bd. 68, 69. Monatsberichte 1916, 1917.
386 — Verein zur Beförderung des Gartenbaues: Gartenflora, Jg. 65, 66. nebst Orchis, Mitteil. des Orchideenausschusses.
396 — Botan. Verein für die Provinz Brandenburg: Verhandlungen, Jg. 58, 1916; 59, 1917.
411 — Deutsche entomolog. Gesellschaft: D. entomolog. Zeitschrift, Jg. 1916, H. 1, 2.
413 — Deutsches entomolog. Museum: D. entomolog. National-Bibliothek, Entomolog. Mitteilungen, Bd. 4.; Bd. 6, N. 1—6, 10—12.
2506 Bern. Schweiz. Naturforsch. Gesellschaft: Neue Denkschriften, Bd. 51, 52. Verhandlungen 1915.
2533 — Bernische Naturforsch. Gesellschaft: Mitteilungen 1915.
3081 Bordeaux. Société des sciences phys. et nat.: —
3090 — Société Linnéenne: —
5915 Boston. Amer. academy of arts and sciences: —
5920 — Society of nat. history: —
536 Braunschweig. Verein für Naturwissenschaft: —
556 Bremen. Naturwissensch. Verein: —
568 Breslau. Schles. Gesellschaft f. vaterländ. Kultur: Jahresbericht 92, 93.
590 — Verein für schles. Insektenkunde: Jahresheft 9.
8370 Brisbane. Royal society of Queensland: —
8375 — Queensland Museum: —
5960 Brooklyn. Museum of the B. institute of arts and sciences: —

1973 Brünn. Mährische Museumsgesellschaft: Zeitschrift, Bd. 14—16.
1980 — Naturforsch. Verein: Verhandlungen, Bd. 54, 55. Bericht 31.
3490 Bruxelles. Académie royale des sciences, des lettres et des beaux arts de Belgique: —
3496 — Musée royal d'hist. nat. de Belgique: —
3504 — Société royale de botanique: —
3512 — Académie royale de médecine: —
3528 — Société belge de géologie: —
3544 — Société royale zoologique et malacologique: —
3548 — Société entomologique: —
2034 Budapest. Königl. ungar. geol. Reichsanstalt: Jahresbericht für 1915/16. Mitteilungen a. d. Jahrbuch Bd. 23, H. 1, 3; Bd. 24, H. 1, 4—6.
2039 — Kgl. ungar. geol. Gesellschaft: Földtani Közlöny, Kötet 45, Füz. 4—12; 46.
2023 — Kgl. ungar. Nationalmuseum: Annales hist. nat. musei nationalis hungarici, Vol. 14, 15.
8045 Buenos Aires. Museo nacional: —
8050 — Sociedad cientif. argentina: —
5965 Buffalo. Society of natural sciences: —
6025 Cambridge. Mass. U. S. A. Museum of comp. zoology: Memoirs, Vol. 46, N. 1.
2661 Catania. Accademia Gioenia: —
6060 Chapel-Hill. Elisha Mitchell scient. society: —
635 Chemnitz. Naturwiss. Gesellschaft: —
3110 Cherbourg. Société nat. des sciences nat.: —
6125 Chicago. Academy of sciences: —
6132 Chicago. Field Museum of natural history: —
4395 Christiania. Universitet: Aarsberetning 1912—13, 1913—14.
4430 — Videnskabs-Selskabet: Forhandlinger, Aar 1915, 1916.
4435 — Physiographiske Forening: Nyt Magazin, Bd. 54, 55.
2544 Chur. Naturforsch. Gesellschaft Graubündens: Jahresbericht, N. F. Bd. 57.
6171 Cincinnati. Lloyd library: —
6175 Claremont. Pomona college: —
6180 Cleveland. Geological society of America: —
2961 Coimbra. Sociedade Broteriana: —
6730 Connecticut. Academy of sciences and arts: siehe New Haven.
120 Córdoba, Arg. Academia nac. de ciencias: Boletin, T. 19, E. 3a, 4a.

Geib, Karl, Gymnasiallehrer in Kreuznach.
Geisenheyner, Oberlehrer a. D. in Kreuznach (Mühlenstr. 72).
Gieseler, C. A., Apotheker in Kirchen (Kreis Altenkirchen).
Hambloch, Ant., Dr.-Ing, Direktor der Traßwerke in Andernach.
Hecking, Seminardirektor in Boppard.
Hohbein, Pfarrer in Mandel bei Kreuznach.
Josten, Walt., Studienreferendar in Kreuznach (Gymnasialstraße 7).
Klutz, Hugo, Direktor des Schwemmstein-Syndikates in Neuwied (Fischelstr.).
Melsheimer, M., Oberförster a. D. in Linz.
Menke, Heinr. Wilh., Dr., Oberlehrer in Pfaffendorf bei Koblenz (Emser Str. 89c).
Meyer, Heinr., Dr., in Koblenz (Moselweißer Weg 48).
Michels, Franz Xaver, Gutsbesitzer in Andernach.
v. Oswald, Willy, Geh. Kommerzienrat, Bergassessor a. D. in Koblenz (Rheinzollstr. 6).
Otto, K., Lehrer in Langenlonsheim bei Kreuznach.
Penningroth, O., Wissenschaftlicher Lehrer an der höheren Stadtschule in Kirn a. d. Nahe.
Röttgen, Karl, Amtsgerichtsrat in Koblenz (Kirchstr. 3).
Rübsaamen, Ew. H., Professor in Metternich bei Koblenz (Trierer Str. 41).
Schulz, Paul, Bergrat in Koblenz (Oberwerth 1).
Seibert, W., Optiker in Wetzlar.
Seligmann, Gust., Dr., Bankier, Kommerzienrat, Stadtverordneter in Koblenz (Neustadt 5).
Thüner, Ant., Lehrer in Bendorf a. Rh.

C. Regierungsbezirk Trier.

Böcker, Berginspektor auf Grube Vonderheydt, Saarbrücken.
Böcking, Rud., Geh. Kommerzienrat auf Halberger Hütte bei Brebach.
Britten, Mich., Dr., Oberlehrer in Saarbrücken (III, Bismarckstraße 22).
Dewes, M., Lehrer a. D. in Nunkirchen, Kr. Merzig.
Dohm, Stephan, Hauptlehrer in Gerolstein.
Giani, Karl, Oberbergrat und Bergwerksdirektor in Friedrichsthal b. Saarbrücken.
Herwig, Dr., Professor am Gymnasium in Saarbrücken (III Am Schwarzenberg).
Jacobs, E., Berginspektor in Saarbrücken.

Knops, Oberbergrat, Stellvertretender Vorsitzender der Bergwerksdirektion in Saarbrücken (Schloßplatz 3).
Löser, Rud., Dr., Oberlehrer in Dillingen a. d. Saar.
Neff, Oberbergrat, Bergwerksdirektor, in Sulzbach a. d. Saar.
v. Nell, Oswald, Stud. rer. nat. et math., in Trier (Haus St. Matthias).
Roos, Fritz, Bergassessor in Saarbrücken (Kanalstr. 7).
Schwemann, Bergwerksdirektor in Saarbrücken.
Stoll, Friedr., Werkschullehrer in Völklingen (Gymnasialstr. 13).
Willing, Herm., Bergassessor in Saarbrücken (Dudweiler Str.).

D. Regierungsbezirk Aachen.

Dannenberg, A., Dr., Professor der Geologie a. d techn. Hochschule in Aachen (Rudolfstr. 35).
Drecker, J., Dr., Professor an der Oberrealschule mit Reformgymnasium in Aachen (Körnerstr. 15).
Eckert, Max, Dr., Professor der Geographie in Aachen (Eupener Str. 143).
Fenter, Jos., Dr. in Aachen (Ludwigalle 1b).
Geyr von Schweppenburg, Freiherr Hans, Forstassessor in Müddersheim, Kr. Düren.
Hahn, Otto, Berginspektor in Aachen.
Hausmann, Gottfr., Lehrer in Düren (Roonstr.).
Klockmann, Dr., Geh. Regierungsrat, Prof. der Mineralogie a. d. technisch. Hochschule in Aachen.
Kurtz, E., Dr., Professor am Gymnasium in Düren (Aachener Str. 30).
Ludovici, Bergrat in Aachen.
van Megeren, Gerh., Lehrer in Venwegen bei Kornelimünster.
Othberg, Eduard, Bergrat in Aachen.
Polis, Peter, Dr., Professor, Direktor des meteorologischen Observatoriums in Aachen (Monheimallee 62).
Renker, Gust., Papierfabrikant in Düren (Nideggener Str.).
Schiltz, A., Apotheker in St. Vith.
v. Scotti, P., Bergassessor in Aachen (Maria-Theresia-Allee 47).
Semper, Max, Dr., Professor d. Geolog. in Aachen (Bachstr. 34).
Wershoven, Albert, in Gemünd.
Wieler, Arwed, Dr., Professor der Botanik, Direktor des botanischen Institutes in Aachen (Nizzaallee 71).

3565 Huy. Cercle des naturalistes hutois: —
2138 Innsbruck. Ferdinandeum: Zeitschrift, Folge 3, H. 59.
2142 — Naturwiss.-med. Verein: Berichte, Jg. 36.
1150 Jena. Med.-naturwiss. Gesellschaft: Jenaer Zeitschrift f. Naturw. Bd. 54.
4730 Jurjew. Naturforscher-Gesellschaft: siehe Dorpat.
1170 Karlsruhe. Naturw. Verein: —
624 Kassel. Verein f. Naturk.: —
2160 Késmárk. Ungar. Karpathenverein: Jahrb., Jg. 43, 44.
1194 Kiel. Naturwiss. Verein f. Schleswig-Holstein: —
4815 Kiew. Société des naturalistes: —
4455 Kjøbenhavn. Botaniske forening: siehe Kopenhagen.
2172 Klagenfurt. Naturhist. Landesmuseum von Kärnten: Mitteilungen, Jg. 106/7.
2180 Klausenburg (Kolozsvárt). Siebenbürg. Museumsverein. —
1225 Königsberg i. Pr. Physik.-ökon. Gesellschaft: —
698 Kolmar. Naturhist. Gesellschaft: Mitteilungen, N. F. Bd. 14.
4455 Kopenhagen. Botaniske forening: Botanisk Tidsskrift Bd. 34, H. 7; Bd. 35, H. 2—5. Dansk Botanik. Arkiv, Bd. 2, N. 1—9; Bd. 3, N. 1a—d.
2186 Krakau. Akademie d. Wiss.: —
1247 Landshut. Botan. Verein: —
2565 Lausanne. Société vaudoise des sciences nat.: Bulletin, Sér. 5, Vol. 51, N 191, 192, 193.
6440 Lawrence. University of Kansas: —
3784 Leiden. Rijks Herbarium: Mededeelingen, 1916.
3792 — Nederlandsche botan. vereeniging: Recueil des travaux botaniques néerlandais, Vol. 13, 14. Archief, 1916, 1917.
—— Leipzig. Universitäts-Bibliothek: 27 Dissertationen.
1278 — Naturforsch. Gesellschaft: Sitzungsberichte, Jg. 42—44.
1290 — Verein für Erdkunde: Mitteilungen 1915/1916.
1292 — Verein der Geographen: —
3584 Liége. Société royale des sciences: —
3596 — Société géologique de Belgique: —
3606 — Association des ingénieurs: —
3630 Lierre. La cellule: —
3125 Lille. Société géol. du nord: —
2208 Linz. Museum Fransisco-Carolinum: Jahresbericht nebst Beitr. z. Landesk. 74, 75.
2210 — Verein für Naturkunde in Österreich ob der Enns: —
2980 Lisboa. Commissão dos trabalhos geol. de Portugal: —
2973 — Société portugaise de sciences naturelles: —
2975 — Sociedade de geographia: —

2982 Lisboa. Instituto bacteriologico: —
4000 Liverpool. Biol. society: —
4005 — Botanical society: —
4040 London. Nature: —
4060 — Royal geographical society: —
4070 London. Royal microsc. society: —
4085 — Linnean society: —
4139 — Zoological society: —
4145 — Imperial bureau of entomology: —
1330 Lübeck. Geograph. Gesellschaft u. naturhist. Museum: Mitteilungen, H. 27, 1916.
1341 Lüneburg. Naturwiss. Verein f. d. Fürstentum L.: Jahreshefte 20, 1913—17.
4482 Lund. Universitet: Acta, N. F. 11, 12.
3431 Luxemburg. Institut grand-ducal, Sect. des sciences nat. et math.: Archives, N. S. T. 7, 1912—17.
3439 — Fauna: Monatsberichte, N. T. Jg. 8—10.
3140 Lyon. Académie de sciences: —
3146 — Société d'agriculture: —
3152 — Société Linnéenne: —
6490 Madison. Wisconsin academy of sciences, arts and letters: —
6500 — Wisconsin geological and natural history survey: —
1350 Magdeburg. Museum für Natur- u. Heimatkunde und Naturwissenschaftl. Verein: —
4200 Manchester. Literary and philos. society: —
1386 Marburg. Gesellschaft zur Beförderung d. ges. Naturwissenschaften: Sitzungsberichte, Jg. 1915. 1916.
3164 Marseille. Faculté des sciences: —
6540 Medford. Tufts College: —
8465 Melbourne. Royal society of Victoria: —
1396 Metz. Société d'histoire naturelle: —
1398 — Verein f. Erdkunde: —
8200 Mexico. Sociedad cientifica „Antonio Alzate": —
8208 — Instituto geologico de Mexico: —
2732 Milano. R. istituto lombardo: —
2734 — Società lombarda di scienze mediche e biologiche: —
6600 Milwaukee. Public museum: —
6610 — The Wisconsin nat. history society: —
6655 Minneapolis. The university of Minnesota: —
6680 — Minnesota school of mines experiment station: —
6690 Missoula. University of Montana: —
2754 Modena. Società dei naturalisti e matematici: —
8212 Montevideo. Museo national: —

Fremdling, Oberbergamtsmarkscheider in Dortmund (Knappenberger Str. 108).
Göppner, Pfarrer in Berleburg.
Haas, Geh. Bergrat in Siegen (Koblenzer Str. 24).
Janßen, Bergassessor, Generaldirektor der Bergwerksgesellschaft Trier in Hamm (Ostenallee 36).
Jüngst, Otto, Bergrat in Siegen (Koblenzer Str.).
Kerp, Kreisschulinspektor in Attendorn.
v. Königslöw, H., Bergrat, zugleich Bergschuldirektor in Siegen (Unteres Schloß 8).
Kukuk, Bergassessor, Geologe der Westfälischen Berggewerkschaftskasse in Bochum (Bergstr. 135).
Liebrecht, Franz, Berghauptmann, Oberbergamtsdirektor in Dortmund.
Liebrecht, F., Dr., Geologe in Lippstadt.
Mintrop, L., Dr. in Bochum (Kaiserring 25).
Nieling, Gust., Rentner in Röhlinghausen, Kr. Gelsenkirchen.
Schantz, Oberbergrat in Dortmund (Arndtstr. 36).
Schmitz, W., Bergwerksdirektor auf Zeche Fröhliche Morgensonne bei Wattenscheid.
Schönemann, P., Dr., Professor in Soest (Westenhohlweg 26).
Schulz, Oskar, Bergassessor in Dortmund (Südwall 19).
Stöcker, Oberbergrat in Dortmund (Göbenstr. 20).
Walter, Heinr., Markscheider in Dortmund (Johannesstr. 19).
Weinert, E., Professor in Dortmund (Märkische Str. 60).
Wörmann, Stadtschulrat in Dortmund (Heiligenweg 11).
Zimmermann, Ernst, Lehrer in Schwelm (Gasstr. 7).
Zix, Heinr., Geheimer Bergrat in Dortmund.

G. Regierungsbezirk Münster.

Bömer, Dr., Professor der Chemie, Vorsteher der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Münster (Südstr. 74).
Busz, Dr., Geh. Bergrat, Professor der Mineralogie und Geologie, Direktor des mineralogischen und paläontologischen Institutes in Münster (Heerdestr. 16).
Förster, Oberingenieur in Münster (Südstr. 8).
Freusberg, Jos., Landesökonomierat in Münster (Neubrückenstraße 65).
von Gescher, Geh. Ober-Regierungsrat, Regierungs-Präsident a. D. in Münster (Mauritzheide).
Hasenbäumer, Dr., Chemiker der landwirtschaftlichen Versuchstation in Münster (Landw. Versuchstation).

Hittorf, Dr., Geheimer Regierungsrat, Professor der Physik in Münster (Langenstr. 11).

Jacobfeuerborn, Dr., in Münster (Kampstr. 18)

Käther, Ferd., Oberbergrat, Bergwerksdirektor in Ibbenbüren.

Kaßner, Dr., Professor für pharmazeutische Chemie, Dirigent der pharm.-chem. Abteilung d. chem. Institutes in Münster (Nordstr. 39).

Koch, Dr., in Münster (Zoolog. Institut).

Könen, Otto, Gerichtsassessor in Münster (Schillerstr. 31).

König, Dr., Geheimer Regierungsrat, Professor der Hygiene und Nahrungsmittel-Chemie in Münster (Gartenstr. 63).

Laufhütte, H., Markscheider in Recklinghausen.

v. Meer, Oberbergrat in Gladbeck, Kr. Recklinghausen.

Meinardus, Dr., Professor, Vorsteher des geographischen Apparates in Münster (Heerdestr. 28).

Pollmann, Oberlehrer in Münster (Langenstr. 37).

Rensing, Dr., Professor, Fürstl. Salm-Salmscher Generaldirektor in Anholt.

Schmelzer, Oberlehrer in Münster (Augustastr. 63).

Schmidt, G., Dr., Professor der Physik, Direktor des physikalischen Institutes in Münster (Göbenstr. 7).

Stempell, Dr., Professor der Zoologie, Direktor des zoologischen Institutes in Münster (Gertrudenstr. 31).

von Viebahn, Geheimer Ober-Regierungsrat in Münster (Königstraße 46).

Wegner, Dr., Professor der Geologie, Abteilungsvorsteher an der mineralogischen u. paläontologischen Sammlung in Münster (Pferdegasse 6).

H. Regierungsbezirk Minden.

Baruch, Maximilian Paul, Dr., Sanitätsrat in Paderborn.

Morsbach, Ad., Oberbergrat, Salinen- und Badedirektor in Bad Oeynhausen.

Sauerwald, Dr. med. in Oeynhausen.

I. Regierungsbezirk Osnabrück.

Free, Rektor in Osnabrück (Schloßwall 27).

K. In den übrigen Provinzen Preufsens.

Bärtling, Rich., Dr., Geologe a. d. Kgl. geol. Landesanstalt, Privatdozent für angewandte Geologie a. d. Kgl. Bergakademie, in Berlin-Friedenau (Stubenrauchstr. 67).

2582 Sion (Valais). La Murithienne: —
4505 Stavanger. Museum: Arshefte 1915, 1916.
1645 Stettin. Entomol. Verein: Entomol. Zeitung, Jg. 77, 78.
4520 Stockholm. Kongl. vetenskaps akademien: Arkiv f. matem., astron. och fysik, Bd. 11, 12. A. f. kemi. miner. och geol., Bd. 6, H. 4, 5. A. f. botanik, Bd. 14, H. 4. A. f. zoologi, Bd.10, H. 1—4; Bd. 11, H. 1, 2, 4. Årsbok, 1916, 1917. Handlingar, N. F., Bd. 55, N. 1—6; Bd. 56, N. 1—6. Meteorol. iakttagelser, Bd. 57, 58.
4528 — Sveriges offentligaBibliotek: Accessions-Katalog, 30, 31.
4540 — Geolog. föreningen: Förhandlingar, Bd. 38, 39.
4550 — Statens skogs-försöksanstalt: Meddelanden, H. 12—14, 1915—1917.
4560 — Entomol. föreningen: Entomol. Tidskrift, Årg. 37, 38.
1660 Straßburg. Gesellschaft der Wissenschaften: —
1718 Stuttgart. Verein f. vaterländ. Naturkunde in Württemberg: Jahreshefte, Jg. 72, 73.
8600 Sydney. Australasian association f. the advancement of science: —
8611 — R. Society of New South Wales: —
8620 — Linnean society of New South Wales: —
8630 — Australian museum: —
8650 — Departement of mines of N. S. W.: —
8680 — Departement of agriculture: —
8682 — Department of Fisheries: —
4575 Throndhjem. Kgl. Norske Videnskabers Selskab: Schriften 1913—1915; Ararsberetning 1914—1916.
5300 Tokyo. Universität: —
5310 — Deutsche Gesellschaft f. Natur- und Völkerkunde Ostasiens: —
5315 — Societas zoologica: —
7250 Topeka. Kansas academy of science: —
5625 Toronto. Canadian institute: —
2314 Trieste. Societa adriatica di scienze naturali: —
2318 — Associazione medica: —
4588 Tromsø. Museum: Aarsberetning 1914.
4603 Upsala. Universitet: —
4605 — Geol. institution of the university: Bulletin, Vol. 14, 15.
4608 — Universitäts-Bibliothek: Zoologiska Bidrag, Bd. 4—6.
7270 Urbana. Illinois state laboratory of nat. history: Bulletin, Vol. 10, Art. 7, 8.
3844 Utrecht. Physiologisch laboratorium: Onderzoekingen, Reeks 5, N. 17, 18.
2930 Venezia. R. Instituto Veneto: —

4950 Warschau. Annuaire géol. et minéral. de la Russie: —
7310 Washington. Carnegie institution: —
7320 — Smithsonian institution: Miscellaneous collections, Vol. 63, N. 9, 10; Vol. 65, N. 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8. Annual Report 1913, Report of the U. S. national museum for the year 1914.
7325 — Smithsonian institution, U. S. national museum: —
7335 — Smithsonian institution. Astrophysical observatory: —
7480 — U. S. geological survey: Bulletins, N. 564, 474, 575, 579.
7560 — U. S. departement of agriculture: Monthly list of publications 1916.
8800 Wellington. New Zealand institute: —
8810 — Colonial museum and geol. survey of New Zealand: —
2362 Wien. K. K. Akademie der Wissenschaften, math.-naturw. Kl.: Sitzungsberichte, Bd. 125, Abt. 1—3; Bd. 126, Abt. 1—3.
2373 — K. K. naturhist. Hofmuseum: Annalen, Bd. 30, 31.
2395 — K. K. geol. Reichsanstalt: Jahrbuch, Bd. 65, H. 3, 4; Bd. 66, H. 1, 2. Verhandlungen, Jg. 1916, 1917.
2420 — Verein z. Verbreitung naturwissenschaftl. Kenntnisse: —
2458 Wien. K. K. zool.-botan. Gesellschaft: Verhandlungen, Bd. 66, 67.
2468 — Entomolog. Verein: Jahresber. 26, 1915; 27, 1916.
1770 Wiesbaden. Nassauischer Verein f. Naturkunde: Jahrbücher, Jg. 68, 69.
2588 Winterthur. Naturwissensch. Gesellschaft: Mitteilungen, H. 10, 11.
1782 Würzburg. Physikal.-med. Gesellschaft: Verhandlungen, Bd. 44, N. 3—6. Sitzungsberichte 1915, 1916.
2593 Zürich. Naturforschende Gesellschaft: Vierteljahrsschrift, Jg. 60, 61. Neujahrsblatt f. d. J. 1916, 1917.
2515 — Schweizerische botan. Gesellschaft: Beriche, H. 23—25.
1830 Zwickau. Verein f. Naturkunde: —

---

b) Als Geschenke von den Verfassern, Mitarbeitern und Herausgebern.

Behr, Fr. M. Über Dolomitisierung in Kalken am Niederrhein. Zeitschr. d. dt. geol. Ges., Bd. 67, 1915.

Lieber, Hugo. Beiträge zur Geologie des Rimberggebietes bei Marburg. Bamberg 1917.

L. In anderen Teilen des Deutschen Reiches.

Arlt, Bergassessor in München (Herzogparkstr. 2).
Beckenkamp, J., Dr., Professor, Direktor des geolog. und miner. Institutes in Würzburg (Pleicher Glacisstr. 14).
Braubach, Berghauptmann, Ministerialrat in Straßburg i. E. (Lessingstr. 8).
Bücking, H., Dr. phil., Professor, Direktor des mineralog. Institutes in Straßburg i. E. (Lessingstr. 7).
Hahn, Alexander, Rentner in Idar.
Harrassowitz, Herm., Professor der Mineralogie und Geologie in Gießen (Ludwigstr. 30).
Haupt, Dr., Kustos am Großherzogl. Landesmuseum in Darmstadt (Fuchsstr. 21).
Hentze, E., Geologe am Mineralogisch-geologischen Institut in Hamburg (Lübecker Tor 22).
Kaiser, Erich, Dr., Professor, Direktor des mineralog. Instit. in Gießen (Löberstr. 25).
Klähn, H., Dr., in Kolmar, Els. (Türkheimer Str. 33).
Knoop, L., Lehrer in Börßum (Braunschweig).
Müller, Fr., Dr., Ober-Realschul-Direktor in Oberstein.
Rohrbach, C. E. M., Professor, Realschuldirektor in Gotha (Galberg 11)
Rose, F., Dr., Professor in Straßburg i. E. (Schwarzwaldstr. 36).
Schenck, Heinrich, Dr., Professor, Geh. Hofrat, Direktor des botan. Institutes in Darmstadt (Nicolaiweg 6).
Scherer, Ignaz, Oberbergrat in Straßburg i. E (Taubenstr. 22).
Steuer, Dr., Professor, Bergrat, Landesgeologe in Darmstadt (Grüner Weg 20).
Stoppenbrink, Franz, Dr., Oberlehrer in Wandsbeck bei Hamburg (Antonstr. 53).
Waldschmidt, H., Dr., Professor in Bad Wildungen (Brunnenstraße 31).
Wilckens, Otto, Dr., Professor der Paläontologie in Straßburg i. E. (Ruprechtsauer Allee 22).

M. Im Ausland.

Hagen, Joh., Gießerei-Ingenieur in Echternach (Ohrbachstr. 15).
Klein, Edm. J., Dr., Professor der Biologie, Vorsteher der staatl. mikroskop. Anstalt in Luxemburg (Äußerer Ring 20).
Klein, W. C., Dr., Mijningenieur, Geoloog bij de Bataafsche Petroleum-Maatschappij in Weltevreden, Nederl. Indie,

Kirchenpauer. Museum Godefroy. Catalog IV. Hamburg 1869.
Krüger, L. Die Odonaten von Sumatra. Teil 2, 3 a. b. Stettin 1898, 99, 1902.
— Osmylidae. 1, 2, 3, 5 a. Stettin 1912.
— Neuroptera. Stettin 1915.
Mäklin, F. W. Bemerkungen über einige von Fabricius beschr. Helops-Arten. 1863.
— Vetenskapliga grunder för bestämmandet af fogelart. ordningsföljd. Helsingf. 1867.
Mulsant, E. Histoire naturelle des Coléoptères de France. Paris 1868.
Rößler, A. Verzeichnis d. Schmetterlinge des Herzogtums Nassau. Wiesbaden 1866.
Schenk, A. Verzeichnis im Herzogtum Nassau, Amtsbezirk Wied-Selters beobacht. Macrolepidopteren.
Snellen, P. C. F. Einige Bemerkungen ü. d. Einteil. d. Gattung Agrotis Led. Stettin 1897.
Suffrian, E. Verzeichnis d. von Gundlach auf d. Insel Cuba gesammelten Rüsselkäfer. 1, 2, 3.

Von Herrn Dr. Otto le Roi† in Bonn:

Zeitschriften:

Berlin. Ornithologische Monatsberichte, Jg. 5, 13—23, 1897, 1905—1915.
— Ornithologische Rundschau, Jg. 1 u. 2, 1905/06 u. 1906/07.
— Verhandl. d. V. Internat. Ornithologen-Kongresses in Berlin 1910. 1911.
— Zeitschr. für Oologie und Ornithologie, Jg. 13—20, 22, 23, 1903/04—1910, 1912, 1913.
Bielefeld. Vogelfreund, Monatsschr., Jg. 4, 5, 1908, 1909.
Frankfurt a. M. Deutsche Malakozool. Ges.: Nachrichtsblatt, Jg. 43—48, 1911—1916.
Gera. Deutscher Ver. z. Schutze der Vogelwelt: Monatsschr. Bd. 12, 13, 16, 1881, 1887, 1891.
Kempen. Der Niederrhein, Jg. 1, 1911/12.
Leipzig. Journal für Ornithologie, Jg. 54—58, 60—62, 1906—1910, 1912—1914.
Trier. Ges. f. nützliche Forschungen: Jahresber. vom Jahre 1852—1858, 1861—1864.
Außerdem mehrere Jahrgänge schon in der Vereinsbibliothek vorhandener Zeitschriften.

Einzelwerke:

Altum, B. Der Vogel und sein Leben. 2. Aufl. Münster 1868.
Angenot, H. Guide de la Fagne. Verviers 1912.
Bau, Al. Handbuch für Käfersammler. Magdeburg 1888.
Bechstein, J. M. Naturgeschichte der Hof- und Stubenvögel. 5. Aufl. Lpz. 1870.
Beckurts, Hr. Analytische Chemie f. Apotheker. Stuttg. 1896.
Berg, B. Tåkern. En bok om Fåglarnas sjö. Stockholm 1913.
Blank, A. Die Fische der Seen und Flüsse Mecklenburgs. 2 Aufl. Schwerin 1881.
Blasius, J. H. Naturgeschichte der Säugetiere Deutschlands und der angrenzenden Länder von Mitteleuropa. Braunschweig 1857.
Böttger, C. R. Die Molluskenfauna der preußischen Rheinprovinz. Frankf. a. M. 1912.
Brehm, Chr. Ldw. Lehrbuch der Naturgeschichte aller europäischen Vögel. I. T. Jena 1823.
Clessin, S. Deutsche Exkursions-Mollusken-Fauna. 2. Aufl. Nürnberg 1884.
Darwin, Chs. Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl. Lpz. o. J.
Ferrant, V. Faune des mollusques terrestres et fluviatiles du Grand-Duché de Luxembourg. Luxembourg 1902.
Forck, H. Verzeichn. der in der Umgeb. von Attendorn wachsenden Phanerogamen und Gefäßkryptogamen. Attendorn 1891.
Gätke, Hr. Die Vogelwarte Helgoland. 2. Aufl. Braunschw. 1900.
Garcke, Aug. Illustrierte Flora von Deutschland. 17. Aufl. Berl. 1895.
Geyer, D. Unsere Land- und Süßwasser-Mollusken. Stuttg. 1896.
Goldfuß, O. Die Binnenmollusken Mitteldeutschlands. Lpz. 1900.
Graeser, C. Der Zug der Vögel. Berlin 1904.
Hantzsch, B. Beitrag zur Kenntnis der Vogelwelt Irlands. Berl. 1905.
Hartert, E. Die Feinde der Jagd. Berlin 1885.
— Vorläufiger Versuch einer Ornis Preußens. Wien 1887.
— Die Vögel der paläarktischen Fauna. Berlin 1903—1905.
— Katalog der Vogelsammlung i. Mus. d. Senckenberg. naturf. Ges. in Frankf. a. M. Frankf. a. M. 1891.
Herz, H. Medicinische Topographie des Herz. Nass. Amtes Weilburg. Weilburg 1841.

Hesse, R. und Doflein. Tierbau und Tierleben. I. Bd.: Der Tierkörper als selbständiger Organismus. Lpz. u. Berl. 1910.

Hilger, A. C. Katalog der Sammlung von Erlanger in Nieder-Ingelheim a. Rh. Berl. 1908.

Höppner, H. Flora des Niederrheins. Krefeld 1907.

Holandre. Catalogue des animaux vertébrés observés et recueillis dans le dép. de la Moselle. Metz 1851.

v. Homeyer, E. F. Ornithologische Briefe. Berl. 1881.

— Die Wanderungen der Vögel mit Rücksicht auf die Züge der Säugetiere, Fische und Insekten. Lpz. 1881.

Jäckel, A. J. Systematische Übersicht der Vögel Bayerns. München u. Lpz. 1891.

Keiffen, J. Des Erz-Stifts und Churfürstenthums Cöln Jagd-, Büsch- und Fischerey-Ordnung. De Anno 1759. Bonn.

Kleinschmidt, O. Berajah, Zoographia infinita. Lief. 1 ff. Halle a. S. 1905 ff.

— Falco. Jg. 1905–1913. Halle a. S.

Kobelt, W. Die Mollusken der paläarktischen Region. Wiesbaden 1897.

— Die Fauna der meridionalen Sub-Region. Wiesbaden 1898.

Koch, R. Beitr. z. Kenntn. d. Opilioniden des Mittelrheingebietes. Frankf. a. M. 1872.

— Das Wesentliche der Chiropteren mit besonderer Beschreibung der i. d. Herz. Nassau u. d. angränzenden Landesteilen vorkommenden Fledermäuse. Wiesb. 1865.

Kreuzberg, P. J. Geschichtsbilder aus dem Rheinlande. 2. Aufl. Bonn 1906.

Kummer, P. Der Führer in die Lebermoose und die Gefäßkryptogamen. 2. Aufl. Berl. 1901.

— Der Führer in die Mooskunde. 3. Aufl. Berl. 1891.

Lameere, A. Manuel de la faune de Belgique. T. I: Animaux non insectes. Bruxelles 1895.

Lehmann, R. Die lebenden Schnecken und Muscheln der Umgegend Stettins u. i. Pommern mit bes. Berücksichtigung ihres anatom. Baues. Kassel 1873.

Leunis, J. Synopsis der Tierkunde. 3. Aufl. 2 Bde. Hannover 1883–86.

— Analytischer Leitfaden für den ersten wissenschaftl. Unterricht i. d. Naturgesch. 1. Hft.: Zoologie. 8. Aufl. Hannover 1886.

Marshall, W. Der Bau der Vögel. Lpz. 1895.

Meyer, Chr. Fr. Versuch einiger Naturbeobachtungen des

gebürgigten Süderlandes der Grafsch. Mark Westfalens. Düsseldf. 1793—1798.

Meyer, Chr. Fr. Ansichten einer Reise durch das Clevische. Düsseldf. 1797.

Michelet, J. Aus den Lüften. Das Leben der Vögel. Berl. 1857.

Nees von Esenbeck, Fr. L. u. Henry, A. Das System der Pilze. 1. Abt. Bonn 1837.

Nehrkorn, Ad. Katalog der Eiersammlung nebst Beschreibungen der außereuropäischen Eier. Braunschw. 1899.

Palmén, J. A. Über die Zugstraßen der Vögel. Lpz. 1876.

Reichenow, Ant. Die Kennzeichen der Vögel Deutschlands. Neudamm 1902.

— Systematisches Verzeichnis der Vögel Deutschlands u. des angrenz. Mitteleuropas. Berl. 1889.

Reichensperger, Aug. Zur Anatomie von Pentacrinus decorus. Lpz. 1905.

Ruß, K. Handbuch für Vogelliebhaber, -Züchter und -Händler. II. Bd.: Einheimische Stubenvögel. 3. Aufl. Magdeb. 1892.

Thienemann, A. Der Bergbach des Sauerlandes. Faun.-biol. Untersuchungen. Lpz. 1912.

Voigt, Al. Exkursionsbuch zum Studium der Vogelstimmen. 1. Aufl. Berl. 1894. 3. Aufl. Dresd. 1903.

Wegeler, Jul. Beitr. z. Specialgesch. d. Rheinlande. 2. Aufl. Coblenz 1878.

Wimmer, J. Deutsches Pflanzenleben nach Albertus Magnus. Halle a. S. 1908.

— Geschichte des deutschen Bodens. Halle a S. 1905.

Wirtgen, Ph. Neuwied und seine Umgebung in beschreibender, geschichtlicher und naturhistorischer Darstellung. Neuwied u. Lpz. o. J.

Wolterstorff, W. Die Reptilien und Amphibien der nordwestdeutschen Berglande. Magdeb. 1893.

v. Zedlitz, O. Meine ornithologische Ausbeute in Nordost-Afrika. Berl. 1910—1911.

— Von Suez zum Sankt Katharinen-Kloster. Berl. 1912.

330 kleinere Sonderabzüge.

Von Frau Apotheker Saalmann in Bonn:

Gaea. Natur und Leben. 1884—1905.

Korrespondenzblatt d. dt. Gesellsch. f. Anthropologie, Ethnologie u. Urgeschichte. Jg. 19—43.

Naturwiss. Wochenschrift. „Die Natur“. 1904—1913.

Prähist. Zeitschrift, Bd. 1—5, 1909—1913.

Zentralblatt f. allg. Gesundheitspflege, Jg. 5—19, 1886—1900.
Pfaff, Fr. Die Entwicklung der Welt. Heidelberg 1883.

Von Herrn Dr. Schauß in Godesberg:

Darwin, Ch. Das Variieren der Thiere u. Pflanzen im Zustande d. Domestication, Bd. 1, 2. Stuttg. 1868.
Koerber, G. W. Die Flechten Deutschlands. Breslau 1855.
Milde, J. Bryologia silesiaca. Leipzig 1869.

Frankfurt a. M. Ärztlicher Verein: Jahresbericht, 1913, 1914.
Upsala. Läkareförening: Förhandlingar, N. F. 21, 22.

d) Durch Ankauf.

Rabenhorst. Kryptgamen-Flora, Bd. 6, Lief. 25—28.

Chambesy. Herbier Boisier: Bulletin, Suppl., Vol. 5, S. 737—1044.
Kaiserslautern. Pfälzische Heimatkunde, illustr. Monatsschrift, Jg. 12, 13.
Lausanne. Schweizerische geol. Gesellschaft: Eclogae geol. Helvet. Vol. 14.
Straßburg i. E. Philomatische Gesellschaft in Elsaß-Lothringen: Mitteilungen, Bd. 5, H. 3.

Verzeichnis der Sammlungsgegenstände, welche der Verein während der Jahre 1914 bis 1917 erhielt.

Für die botanische Sammlung:

Von Frau Apotheker Saalmann in Bonn: ein Herbarium einheimischer Pflanzen.

Für die zoologische Sammlung:

Von Frau Hermann in Krefeld: Libellen aus dem Vereinsgebiet.
Von Herrn Privatdozent Dr. Reichensperger in Bonn: Käfer aus dem Vereinsgebiet.
Durch letztwillige Verfügung aus dem Nachlaß von Dr. le Roi †: wertvolle Sammlungen einheimischer Orthopteren, Neuropteren, Phalangiden und Mollusken sowie eine Anzahl Mäuse und Spitzmäuse.
Von Herrn Professor Dr. Thienemann in Münster i. W.: 18 Gläser mit Plankton aus den Eifelmaaren und 6 Gläser mit niederen Tieren aus westfälischen Höhlen.

Bericht über die Lage und die Tätigkeit des Vereins während des Jahres 1917.

1. **Mitglieder.** Die Anzahl der ordentlichen Mitglieder betrug am 1. Januar 1917 411

Verstorben sind	9	
Ausgetreten	18	
	27	
Eingetreten sind	6	— 21
Anzahl der ordentlichen Mitglieder am 31. Dez. 1917		390

2. **Vereinsschriften.** Der Jahrgang 1917 der Verhandlungen hat $9^5/_8$ Bogen, 4 Tafeln und 8 Textfiguren. Sitzungsberichte sind für 1917 nicht erschienen.

3. **Kapitalverwaltung.** Sieh unten.

4. **Bibliothek** Durch letztwillige Verfügung unseres fleißigen und verdienstvollen, zu unserm größten Schmerz im Felde gefallenen Mitarbeiters Dr. Otto le Roi wurde dem Verein

Haupt-Rechnungs-Abschluß

Einnahmen.

		M.	Pf.
Pos. I	Mitglieder	1627	—
II	Verlag	76	20
III	Kapitalverwaltung		
	a) Kapital- und Bankzinsen	4336	30
	b) Zurückgezahlte Kapitalien	2017	50
IV	Zuwendungen		
	a) Provinzialverwaltung	1250	—
	b) Stadt Bonn	2000	—
V	Außerordentliche Einnahme	17	22
	Gesamteinnahmen	11324	22
	Bankguthaben am 31. XII. 1916 abzüglich Vorlagen des Schatzmeisters	4519	78
		15844	—

eine größere Anzahl von Zeitschriftenbänden und Einzelwerken vermacht, besonders auch eine stattliche Reihe mit großer Umsicht und Sorgfalt gesammelter Sonderabzüge von Arbeiten über die Fauna des Vereinsgebietes.

5. **Sammlungen.** Eine sehr wertvolle Bereicherung erhielt die zoologische Abteilung durch die ihr überwiesene umfangreiche Sammlung von niederen Insekten, Phalangiden und Mollusken des Herrn Dr. le Roi. Herr Professor Dr. Thienemann in Münster i. W. schenkte dem Verein die Planktonausbeute seiner Unternehmungen der Eifelmaare.

Die Arbeiten in der Bibliothek und in den Sammlungen konnten mit kurzen, durch Mangel an Hilfskräften verursachten Unterbrechungen ohne sonstige Störungen weiter geführt werden.

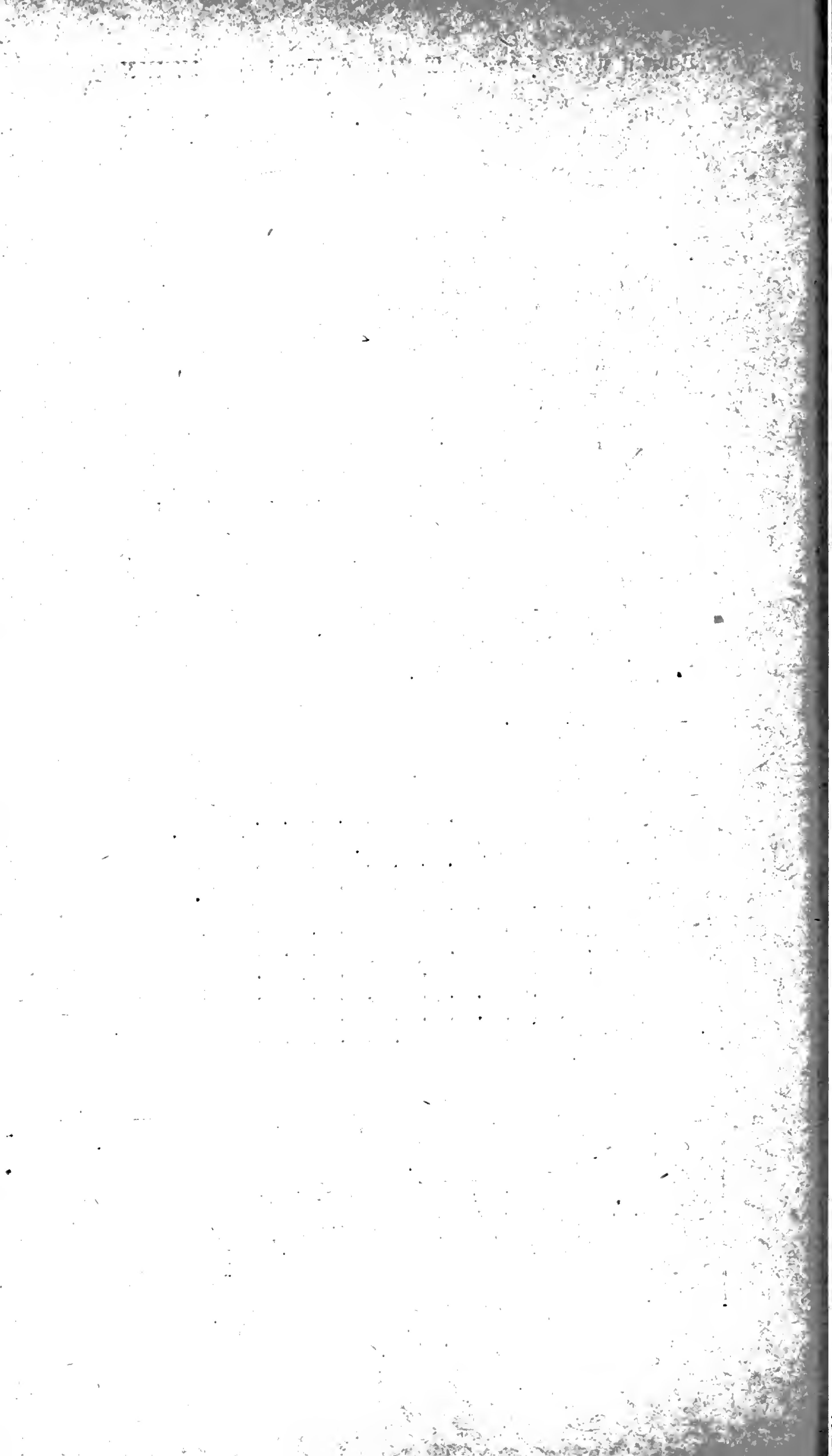
Zum 50jährigen Stiftungsfeste der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M. am 22. November überbrachte der Vorsitzende Berghauptmann Vogel persönlich die Glückwünsche unseres Vereins.

Eine Versammlung des Naturhistorischen Vereins hat im Jahr 1917 nicht stattgefunden.

für das Jahr 1917.

Ausgaben.

		M.	Pf.
Pos. I	Mitglieder	159	39
II	Verlag	2801	58
III	a) Kapitalverwaltung	21	50
	b) Angekaufte Wertpapiere	5878	90
IV	Bibliothek	583	84
V	Sammlungen	248	35
VI	Haus	547	14
VII	Steuern	296	40
VIII	a) Verwaltung	982	57
	b) Büro	6	90
IX	Außerordentliche Ausgaben	41	07
	Gesamtausgaben	11567	64
	Bankguthaben am 31. XII. 1917 4347.— M. Abzügl. Vorlagen des Schatzmeisters 70.64 „	4276	36
		15844	—



Der aufrechte Gang des Menschen.

Welche anatomischen und physiologischen Anhaltspunkte sind am Skelette vorhanden zur Erklärung des aufrechten Ganges beim Menschen? [1]).

Von

Prof. Dr. Franz Winterfeld,
Köln-Mülheim.

Mit 54 Abbildungen im Text.

Inhalt.

Seite

Einleitung: Die Stellung des Menschen in der Natur. Unterscheidungsmerkmale von den Tieren. Die Aufrechthaltung ist das bedeutendste. Femur von Trinil. Neue Spezialarbeiten über das Skelett des Menschen. Schwierigkeit der physiologischen Erklärung. Günstiger durch das Studium der Drucktrajektorien 2
Literarische Übersicht 12

A. Direkte Anhaltspunkte:

1. Der Fuß: Wölbung. Plantaraponeurose. Entstehung der Wölbung, Großzehe, zweite Zehe und die Kleinzehe. Das Fersenbein, graphische Statik desselben, das Sprungbein 21
Fuß der Anthropoiden 44

---

1) Die Anregung zur Bearbeitung dieser Abhandlung, welche eines Preises gewürdigt ist, verdankt der Verfasser dem Ausschusse der Rheinischen Gesellschaft für wissenschaftliche Forschung (1915), insbesondere den Herren Geheimrat Prof. Dr. Bonnet und Geheimrat Prof. Dr. Steinmann.

Seite

2. Der Unterschenkel: Querschnittsform. Umfangszunahme. Verbindung des Unterschenkels mit dem Fuße. Retroversion der oberen Gelenkfläche. Platyknemie . 47

Fibula 58

3. Oberschenkel: Stärke, Hohlheit. Verstärkungen in I Form und T-Balken, Biegung, Torsion, Pilasterform, Platymerie, Condylen, graphische Statik, Trochanter tertius, Querschnitt 59

Kniescheibe 74

4. Becken: Bau als Gewölbe, als Stütze der Wirbelsäule und als Wand der Bauchhöhle. Neigung 75

5. Kreuzbein 81

6. Wirbelsäule, Funktion, Schlangenkrümmung . . . 83

7. Thorax: Querschnitt, Rückbildungsprozess 88

8. Atlas 91

B. Indirekte Anhaltspunkte.

1. Schädel, Gehirnbildung 92

2. Hand, Augen, Sprache, weitere Ausbildung des Gehirns 96

Rückblick. Systematische Stellung des Menschen. Wurzel des Menschengeschlechtes. Ursache der Aufrechthaltung. Zukunft des menschlichen Körpers 108

Zur Lösung des „Problema maximum", jener hochbedeutsamen Frage nach der Stellung des Menschen in der Natur, die, grundlegend für den Aufbau jeder Weltanschauung, sich schon in alter Zeit dem denkenden Menschen aufdrängte, ist die Feststellung der charakteristischen Merkmale des Menschen von allergrößter Wichtigkeit, also das γνῶθι σεαυτόν in physischer Hinsicht. Sie ist die vornehmste Aufgabe der noch jungen biologischen Wissenschaft, der somatischen Anthropologie.

Freunde, wie Gegner der Abstammungslehre haben — allerdings auch unter dem Einflusse ihrer Stellungnahme zu dieser — eifrig dazu beigetragen, am menschlichen Körper Organe und Funktionen aufzufinden, die er mit dem Tiere gemeinsam, die er nur zum Teil und solche, welche er mit ihm überhaupt nicht übereinstim-

mend zeigt. Die mikroskopischen, embryologischen und paläontologischen Untersuchungen haben aber die Einheit im Bau und in der Entwicklung aller lebenden Wesen dargetan. Schon die älteren Systematiker, als der erste Linné, nahmen den Menschen in das zoologische System auf und betonten als spezifisches Merkmal außer der großartigen Gehirnentwicklung und dem vorspringenden Kinn als besonderste Besonderheit den dem aufrechten Gange angepaßten Körperbau. Er ist beinahe in der Gesamtheit in den Dienst der Funktion der Aufrechthaltung getreten.

Es ist beachtenswert, daß die Morphologen z. B. auch dem komplizierter gebauten Gehirn der verschiedenen Vertreter der Familien Bombidae, Apidae, Formicidae unter den Hymenopteren eine besondere systematische Bedeutung nicht zuschreiben. Im Einzelnen mag die Ausbildung und Größe der Ganglienknoten, wie das Gehirn des Menschen, mannigfaltig abgestuft sein; im großen und ganzen bleibt die charakteristische Zusammensetzung dieselbe. Und was den Kinnvorsprung des Menschen betrifft, so haben wir darunter lediglich eine Protuberanz zu verstehen, die wohl mit der Reduktion des unteren Zahnsystems und der Degeneration der Alveolarwandung zusammenhängt[1]), also mit einer Abweichung, die der Systematiker, soweit es sich um andere Verwandtschaftskreise, z. B. um Hystricidae oder um Mustelidae[2]) handelt, als Speziesmerkmale anzusehen gewohnt ist.

Von Anfang an hat man bei der Unterscheidung des menschlichen Körpers von den Tieren auf die Gliedmaßen den größten Wert gelegt.

---

1) E. Fischer, Beeinflußt der M. genioglossus durch seine Funktion beim Sprechen den Bau des Unterkiefers? Anatom. Anzeiger 1903, Bd. 98 Nr. 213. F. Weidenreich, Die Bildung des Kinnes und seine angebliche Beziehung zur Sprache. Anat. Anzeiger 1904, Bd. 24, S. 545 entgegen der Walkhoffschen Auffassung von Trajektorien.

2) Winterfeld, Über quartäre Mustelidenreste Deutschlands. Zeitschr. d. D. geol. Gesellschaft 1885, S. 853.

In neuerer Zeit ist die Diskussion über die aufrechte Stellung des Menschen außerordentlich lebhaft geworden durch den interessanten Fund von Trinil in Java, den Dubois 1891 ausgegraben und 1894 beschrieben hat[1]), den *Pithecanthropus* mit der Artbezeichnung *erectus*. Er wird von Dubois und anderen (z. B. Schwalbe) wegen seines großen Gehirns und wegen der aufrechten Haltung, soweit sie wenigstens aus der gestreckten Form des Femur geschlossen werden kann, als Zwischenform zwischen Mensch und Anthropoiden angesprochen.

Mit der Behandlung dieses wichtigen paläontologischen Befundes von Java, für den ein hohes aktuelles Interesse eintrat, setzt geradezu eine neue Periode anthropologischer Forschung ein, und zwar hat die Geschichte der Anthropologie, die sich zur heutigen Größe und Bedeutung eigentlich erst spät durch einen rationellen Ausbau der Somatologie aufgeschwungen hat, damit einen ziemlich schnellen Fortschritt zu verzeichnen. Das dankt sie Arbeiten wie besonders den geradezu klassisch zu nennenden von G. Schwalbe, von Manouvrier, ferner denjenigen von Klaatsch und vielen anderen Forschern. Sie gaben fruchtbringende Anregungen, wiesen neue Wege an auf diesem Freifelde, indem sie neue Arbeitsmethoden und neue Gesichtspunkte in die Untersuchungen einführten, die schon durch den neuen Fund, wie leicht erklärlich, eine neue Richtung erhielten. Es wurde mittelst verfeinerter und verbesserter Methoden eine Fülle vergleichbarer Einzeldaten gewonnen, aus denen mancherlei Durchschnittswerte für die Morphologie des Menschen erhalten werden konnten. Ich erinnere hier beispielsweise daran, daß Volkov 40000 Einzelmessungen an rezenten Fußskeletten vorgenommen haben soll.

S. Bello y Rodriguez stellte an 2561 Femora und

---

1) Dubois, Pithecanthropus erectus, eine menschenähnliche Übergangsform aus Java. Batavia 1894. Außerdem ähnliche Themata, 1898, 1899, 1901.

2096 Tibien, Pfitzner an 1600 Händen und Füßen, Radlauer an 500 verschiedenen Kreuzbeinen, Mollison an 257 Affenskeletten zahlreiche Messungen an usf. Durch Anregung von Martin und Ruge wurden von Bluntschli, Mollison, Schlaginhausen mehrere morphologische und phylogenetische Arbeiten über die Primaten am anthropologischen Institute der Universität Zürich herausgegeben. Den sich aus diesen intensiven, aber auch extensiven anthropometrischen Untersuchungen ergebenen Resultaten, wie der Feststellung der Längen-Breitenindices (vergl. die neuerdings von Fürst veröffentlichten Indextabellen)[1]), der Mittelzahlen wurde zunächst eine große Rolle zugewiesen. Um die exakte Kenntnis der Zusammensetzung und des Wertes der Beobachtungsreihen zu ermöglichen, wurden sorgfältig ausgearbeitete Berechnungsmethoden eingeführt und zugrunde gelegt. Das neue Lehrbuch der Anthropologie von Dr. Rudolf Martin[2]) dient vor allem zur Vereinheitlichung der somatometrischen Technik. Erwähnt seien ferner Mollison's übersichtliche Zickzackkurven, die perigraphischen Apparate von Wetzel usw.

Diesem Riesenfleiße entsprach indes leider nicht immer der Erfolg. Wie in jedem jungen Wissenszweige Mißgriffe auftreten, so auch in der physischen Anthropologie. Es mag auch der Grund, weshalb es noch sehr an systematischer Bearbeitung der morphologischen Einzeluntersuchungen des Skelettes fehlt, seine Erklärung darin finden, daß, abgesehen von der verhältnismäßig kurzen Zeit seit Beginn dieser neuen Arbeitsperiode die Zahlentabellen und Indizes, selbst wenn sie nach einer einheitlichen Methode von allen Forschern der verschiedenen Länder und Schulen gewonnen wären, nicht immer hinreichend deutliche Bilder für den Komplex typischer Merkmale darbieten können. Deshalb führen eigene Beobach-

1) Gustav Fischer, Jena 1902.
2) Ebenda 1914.

tungen, genaue Abbildungen, vorzügliche Beschreibungen oft eher zu dem erwünschten Ziele als diese Zahlenmenge, durch welche die Form nicht ausgedrückt wird. Gewinnt doch der Naturforscher, wie der darstellende Künstler, der Maler, mit einem einzigen Blicke auf das Ganze oft einen sicheren, wohl auch richtigeren Eindruck, als aus dem Studium der sorgfältigst aufgestellten Tabellen. Auf der anderen Seite muß freilich zugegeben werden, daß hierbei dem subjektiven Ermessen und der individuellen Anschauung ein großer Spielraum bleibt. Deshalb müssen sich die verschieden gewonnenen Ergebnisse gegenseitig ergänzen. Schwalbe schlägt die Form-Analyse vor (l. c. S. 12). Gute Methoden ebnen die schwierigen steinigen Wege, welche zur Erkenntnis führen[1]). Die statistische Methode ist, wie Boas[2]) bemerkt, „nicht dazu berufen, die biologischen Probleme als solche zu lösen, aber sie ermöglicht uns die exakte Kenntnis der Zusammensetzung und des Wertes einer Beobachtungsreihe und sie gibt uns die Mittel an die Hand, die gezogenen Schlußfolgerungen auf ihre Richtigkeit zu prüfen." Da durch das richtige Untersuchungsverfahren selbstverständlich die Zuverlässigkeit der Forschungsergebnisse bestimmt wird, so hängt auch der Fortschritt der Anthropologie lediglich von der Zulänglichkeit des eingeleiteten Verfahrens der anthropologischen Methode ab. Der Grund für die auffallende Tatsache, daß es in der neueren Literatur an einer Zusammenstellung der Anhaltspunkte zur Erklärung des so hervorstechenden Charakters, des spezifischen Menschlichen in anatomischer und physiologischer Hinsicht, d. h. die Anthropologie der Körperhaltung, noch fehlt, könnte man in den erwähnten Schwierigkeiten finden. Durch systematisch geordnete

---

1) G. Schwalbe, Ziele und Wege einer vergleichenden physischen Anthropologie. Zeitschr. für Morph. und Anthrop. Bd. 1, S. 7 u. S. 12.

2) J. Boas, The Correlation of Anatomical or Biological Measurements. Ann. Anthropol. 1895. Vol. 7, S. 313.

Kenntnisse erhält ja jede Wissenschaft ihre wesentliche Förderung. Soll das Beobachtungsmaterial nicht „um seiner selbst willen“ gesammelt sein, so muß es eben unter einheitlichem Gesichtswinkel zusammengefaßt und sein innerer Zusammenhang einheitlich dargestellt werden.

Während die Kraniologie in der umfangreichen Literatur der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere den ersten Platz einnimmt und die physische Anthropologie eigentlich nur in Kroniologie bestand, sind osteometrische Arbeiten zur Untersuchung des Skelettes erst in letzter Zeit mehr gefördert durch sorgfältige, vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Forschungen, vornehmlich für die Paläoanthropologie, um die Wege zu bahnen zur Erreichung des hohen Zieles, der Beantwortung der Frage nach der Menschwerdung.

Es ist nicht zu verkennen, daß sich der Skelettforschung, welcher hinsichtlich des Vergleiches mit den überlieferten Resten eine hohe Bedeutung zukommt, erhebliche Schwierigkeiten entgegenstellen, hauptsächlich wegen der großen, individuellen Variabilität der Knochenformen. Besteht doch überhaupt zwischen lebenden Formen — selbst derselben Spezies — keine mathematische Gleichheit, weder im ganzen noch in irgend einem Teile. Man vergleiche nur Geschwister miteinander. Die große Variationsbreite der Form verlangt ein sehr reichhaltiges Material zum Vergleich, und dieses wird vielfach vermißt, liegt z. B. im Knorpelstadium in noch völlig unzureichendem Maße vor. Wie wichtig ist der Vergleich der embryonalen Entwicklung des Skelettes, bezw. der Extremitäten zwischen Anthropoiden und Menschen z. B. zur Kontrollierung der Kollmannschen Auffassung über das Problem von der Abstammung des Menschen, die er allein auf Grund der gewölbten Schädelform gewonnen? Einige Gebiete, Myologie (vergl. Anthropologie der Negerweichteile von Loth, Stuttgart 1912) und Neurologie bleiben fast unbearbeitet, weil die Weichteile zum genaueren Studium nicht immer gut präpariert sind. Auch steht den Forschern

noch keine genügend große Anzahl von Individuen der seltneren Anthropoiden zur Verfügung, um die Variationsbreite bestimmen zu können[1]).

Da nur im Zusammenhang mit der Physiologie die Anatomie fruchtbar sein kann — denn Struktur und Funktion hängen auf das innigste untereinander zusammen, — so sind die funktionellen Ansprüche, die physiologischen Leistungen genau zu studieren. „Die aus dem physiologischen Werte der Organe sich ergebende bessere Erkenntnis derselben macht sie zu Vergleichsobjekten geeigneter als sie ohne jene Berücksichtigung sind“ (Gegenbaur, Ontogenie und Anatomie, S. 1)[2]).

Aber wiewohl wir die Physiologie als angewandte Physik und Chemie betrachten können, so müssen wir doch berücksichtigen, daß wir uns hier auf einem biochemischen und biophysikalischen Gebiete bewegen, auf dem vielfach eine scharfe Beweisführung sehr erschwert ist, so daß es zur Bestimmung der Grundidee des Baues an strengen Beweisen geradezu fehlt. Wir operieren hier oft mit allgemein angenommenen Ansichten.

Deshalb ist unsere Aufgabe, eine Erklärung zu geben, den morphophysiologischen Relationen bei Prüfung der kausalen Beziehungen nachzugehen, von dem Wesen dieser Wissenschaft abhängig. Leider liegt es in der Natur unserer historischen Wissenschaft, daß sie zumeist auf Experimente, denen bekanntlich in der rein experimentellen Wissenschaft die Aufgabe zufällt, den Ursachen nachzuforschen, Verzicht tun muß. Neuerdings ist zwar das neue Feld der Entwicklungsmechanik angebahnt von Neovitalisten nach der Lehre von der Autonomie der Lebensvorgänge (siehe Roux, Vorträge, S. 224), es sind auch

---

1) Vergl. Schwalbe und Pfitzner, Varietätenstatistik und Anthropologie 1899. Schwalbe, Ziele und Wege einer vergleichenden physischen Anthropologie 1899. Z für M. u. Anthrop. Bd. I, S. 7.

2) Bd. XV. 1889, Morph. Jahrb. Gegenbauers.

mancherlei grundlegende Arbeiten von besonderer Bedeutung geliefert, von Barfurth (Versuche zur funktionellen Anpassung), von Ernst Fuld[1]), von Julius Wolff[2]), W. Gebhardt[3]) und anderen, aber wir sind noch weit entfernt von der Beantwortung solcher Fragen, z. B. wenn wirklich durch abgeänderte Funktionen im Körperbau gewisse Organsysteme Umwandlungen erfahren haben, ist dann überhaupt die aufrechte Stellung des Menschen ein adaptiver Charakter? Wie weit geht die Berechtigung des Korrelationsgesetzes? Kennen wir überhaupt die komplizierten Wachstumskorrelationen des menschlichen Körpers? Ist die Funktion oder das Organ das Primäre? Ist nicht die Form selbst Funktion? usw. Wir kommen hier auf vorläufig nicht beweisbare Behauptungen, auf Glaubenssätze.

Die wichtige Frage, auf welche Weise es geschieht, daß die dauerfähigen Organe oder Organverbände sich bilden, wird wohl so beantwortet, daß sich diese Bildung durch eine Reihe von sukzessiven Anpassungen erklären läßt, welche sich auf ganz allgemeine Naturgesetze

---

1) Arch. f. mikr. Anat. Bd. 37, 1891 und Ernst Fuld, Über Veränderungen der Hinterbeinknochen von Hunden infolge Mangels der Vorderbeine, Arch. f. Entw.-Mechan. Bd. 11, 1901.

2) Über die Wechselbeziehungen zwischen der Form und der Funktion der einzelnen Gebilde des Organismus. Vortrag in der 72. Versammlung der Naturf. und Ärzte zu Aachen, 1900. (Leipzig bei Vogel, 1901 S. A.)

3) Über quantitative und qualitative Verschiedenheiten in der Reaktion des Knochengewebes auf mechanische Einwirkungen. Verh. der Anatom. Ges. 1902. Über funktionell wichtige Anordnungsweisen der gröberen und feineren Bauelemente des Wirbeltierknochens, Arch. f. Entw.-Mech., Bd. 11 und 12. 1902. Auf welche Art der Beanspruchung reagiert der Knochen jeweils mit der Ausbildung einer entsprechenden Architektur? Vortrag, geh. auf d. 74. Verslg. d. D. Naturf. und Ärzte zu Karlsbad, 1902. Die spezielle funktionelle Anpassung der Röhrenknochen-Diaphyse. Arch. für Entwicklungsmechanik der Organismen. 30. Bd. 1910. S. 516.

und auf mechanische Kausalität, auf die Wirkungen chemisch-physikalischer Kräfte zurückführen lassen. Aber es bleibt immerhin nur eine Annahme, wenn auch gut begründete. Wir können nichts über die einzelnen Faktoren der Entstehung aussagen, welche die formalen Veränderungen des sich entwickelnden Organismus bewirken. Wir sind somit bei dem Mangel an ausreichendem Tatsachenmaterial noch sehr auf Theorien angewiesen, und so bleibt unsere Methode statt im Versuche des Werdens, in der Erfahrung bestehen, in der Beobachtung und Kontrollierung des Gewordenen. Von den drei großen Urkunden, welche der Anthropologie zu Grunde liegen, der Paläoanthropologie, der vergleichenden Anatomie und der Ontogenie bietet die letzte eine besonders große Sicherheit für die Forschung.

Durch embryologische Untersuchung, die sicherste Stütze der Abstammungslehre, läßt sich bekanntlich der Werdegang in den einzelnen Stadien der Entwickelung gut verfolgen, deshalb wird diese Quelle der Erkenntnis besonders bevorzugt. Gründliche Studien über die Formveränderungen am menschlichen Skelett während des intrauterinen und extrauterinen Lebens wären gerade für unsere Fragen sehr wünschenswert. Freilich wird das Wirken selbst damit nicht erforscht. Es bleibt nur eine Beschreibung sichtbarer Formwandlungen, die selber nur die Produkte unbekannten ursächlichen Wirkens sind. Wenn uns nun auch eine exakte kausale Erforschung der Gestaltsfunktionen unseres Körpers fernliegt, da es sich nur um Erfahrungs-, um vergleichende Forschung handeln kann, so bringt die Behandlung unseres Themas insofern einen gewissen Vorteil, als man sich vorläufig von Spekulationen über die Abstammung, von unsicheren entwickelungsmechanischen Deduktionen, von damit zusammenhängenden Fragen, z. B. ob Konvergenz, ob Phylogenese, ob Kainogenese, ob das biogenetische Grundgesetz anzuwenden ist, ob Lamarckianismus, ob Darwinismus Geltung zu verschaffen ist, freihält, sich viel-

mehr auf physikalische Gesetze der Statik und Mechanik stützen kann.

Hier haben wir es zu tun zumteil sogar mit Biegungs-, Spannungs- und vor allem mit Drucktrajektorien, mit dem statischen Trajektorium der aufrechten Haltung, mit der funktionellen Bedeutung der trajektoriellen Spongiosa-Architekturen. Auch die festen Knochen sind ja der Macht mechanischer Prinzipien unterworfen, wie das die Spongiosa-Architektur der Knochen zeigt, die ein getreues Abbild der mathematisch-physikalisch bestimmbaren Verläufe der Normalspannungstrajektorien, der sogenannten Zug- und Drucklinien, darstellt. Culmanns Entdeckung von 1867 ist durch die Möglichkeit der mathematischen Beweisführung aus dem Rahmen der Hypothesen herausgehoben und unserem gesicherten Besitze einverleibt. Aber nicht alle Bildungsfaktoren lassen sich den mechanischen Gesetzen einordnen, es treten gestaltend hinzu die von innen wirkenden Bildungskräfte, die wir nicht näher kennen, Gestaltungsreize in den verschiedensten Formen, Komponenten der komplexesten Art. Ist doch auch die Vererbung eine mechanisch unbegreifliche Größe.

Wenn nun auch die Lehre von der funktionellen Anpassung, der funktionellen Ausgestaltung durch die Wirkung der Funktion erst in den ersten Anfängen liegt [1]), so ist doch mancherlei Aufklärung gegeben auch durch die vielfach und bereits vor längerer Zeit verfolgten orthopädischen Studien über den Einfluß abnormer Belastung, worauf Mißbildungen am Skelett hinweisen. Ärzte, Pathologen und Kliniker, haben hier viele wertvolle Beobachtungen gesammelt, so vor allem Julius Wolff. Nach ihm werden die Strukturen der Gebilde des Organismus nicht nur unter normalen, sondern auch unter pathologischen Verhältnissen durch die Funktion dieser Gebilde

---

1) Cf. Strasser, Zur Kenntnis der funktionellen Anpassung der quergestreiften Muskeln, Stuttgart 1883.

bestimmt. „Die Struktur ist nichts anderes als der körperliche Ausdruck der Funktion“ (Spencer)[1]).

Um den Errungenschaften auf unserem Gebiete nach Möglichkeit Rechnung zu tragen, wollen wir aus der Literatur nunmehr die Arbeiten anführen, die ein dem unsrigen wenigstens ähnliches Thema behandeln. Zunächst ist von den Autoren der Einzelarbeiten zu erwähnen Moscati, Professor der Anatomie, Chirurgie und Geburtshilfe, Mitglied der Akademie der Physiokritik zu Siena, der 1778 „Delle corpore differenze essenziali che passano fra la struttura de' brutti a la umana“ veröffentlichte und vorher eine akademische Rede im anatomischen Theater zu Pavia hielt, die bereits 1771 wegen ihrer hohen Bedeutung[2]) Prof. Beckmann übersetzt hat. Moscati weist darin mancherlei physikalische Nachteile, besonders Krankheiten nach, welche der Mensch durch die Aufrechthaltung seines Körpers gegenüber den Vierfüßern mit horizontaler Lagerung des Axenskelettes erhalten hat. In dieser Hinsicht könnte er sich schon auf eine Dissertation berufen, welche Georg Ernst Stahl „de frequentia morborum in corpore humano prae brutis“ in Halle 1705 herausgegeben hat und die in den Miscellae physico-medicinae bei Giovanelli im ersten Teile nachgedruckt ist. Bei Moscati handelt es sich also in der Hauptsache um Krankheitserscheinungen des Menschen. Hiergegen nahm nun im zweiten Teile seiner Dissertation „De Homine ad statum gressumque erectum per corporis fabricam dispositio“ Gerardus Vrolik 1795 Stellung, indem er die Vorzüge der Aufrechthaltung behandelt. Im ersten Teile,

---

1) Die Prinzipien der Biologie. Deutsch von Vetter. Stuttgart 1876. I. S. 181.

2) Die Bekanntgabe dieser chirurgischen Erfahrungen bedeutete eine hervorragende kulturhistorische Tat. Bewundernswert und erfreulich ist der Mut gegenüber dem damals noch festgewurzelten Vorurteile über die Vollkommenheit der Organe der Krone der Schöpfung.

wenn auch dem derzeitigen Standpunkte der vergleichenden Anatomie entsprechend recht oberflächlich, vergleicht er die Teile des Menschen (Knochen und Muskeln der Tibia und des Femur, des Beckens, die Eingeweide) mit den entsprechenden der Säuger, wie des Schweines, der Fledermaus, des Kameles. Diese Abhandlung kann für uns ein höheres als historisches Interesse nicht haben. Im Jahre 1838 hat Ferdinand Stoll eine Inaugural-Dissertation „De statu hominis erecto" veröffentlicht, die allerdings jetzt nach etwa 80 Jahren ebenfalls für veraltet angesehen werden muß. Das gilt vornehmlich vom ersten Teile, in dem er sich auf Schriften von 1761, 1776 beruft und Legenden über einzelne verwilderte Menschen in Europa, die auf allen Vieren kriechen sollten, zum Gegenstande der Betrachtung wählt. Dem sachlichen Teile über die einzelnen Organe, deren Bau in Beziehung zur Aufrechterhaltung des Menschen steht, kommt den modernen Einzelforschungen, den sorgfältigst vergleichend anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen gegenüber nur der Wert einer oberflächlichen Besprechung zu. Es muß aber hervorgehoben werden, daß bereits damals die Anpassung der gesamten Konstruktion des menschlichen Skelettes und mancher Muskeln an die Aufrechthaltung erkannt worden ist. Indem dieser Autor mehr ins Einzelne geht, vornehmlich die untere Extremität, die Brust, das Rückgrat, das Becken und die Lagerung des Schädels behandelt, führt er doch noch mancherlei wundersame Quellen an, wie die des frommen Anatomen Spigelius („De humani corporis fabrica, p. 9), der darauf hinweist, daß der Mensch allein von allen Lebewesen auf den großen fleischigen clunibus bequem zu sitzen imstande ist, damit sich sein Geist fleißig mit göttlichen Dingen beschäftigen kann[1]).

---

1) Ihm war damals noch fremd, daß die Urvölker keine Stubenhocker waren, daß sie in der Ruhe lagen und hockten, den Stuhl überhaupt kaum kannten. J. Hennig Speke schil-

Eine neue Ära der Anschauungen über die Körperhaltung beginnt erst später mit der Gründung der physischen Anthropologie, nachdem Ch. Darwin am 24. November 1859 mit seinem bekannten Werke und vier Jahre später Huxley mit seinem Buche „Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur“ vor die Öffentlichkeit traten, nachdem Arbeiten, wie die von Weber (1836), H. v. Meyer, „Die Architektur der Spongiosa“[1]) (1867) und über „Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes“ (1873) zur Geltung kommen konnten. Die Kurven der Spongiosa wurden als den Leistungen genau angepasst erkannt. Später fand man, daß sie, wie auch die Form des ganzen Knochens, je nach Alter, Gebrauch und Körperhaltung veränderlich, von dem Zuge der Muskeln und der Schwere abhängen und bei Verkrüppelungen den Gesetzen der Mechanik folgen.

Mancherlei Wertvolles bieten W. Parow[2]), Studien über die physikalischen Bedingungen der aufrechten Stellung und Harrisson[3]), „Über die aufrechte Stellung des Menschen“. P. Mahoudeau[4]) hat in seiner Arbeit „La locomotion bipède et la caractéristique des hominiens“ paläontologisch die Frage des Bipedismus zu beantworten gesucht und damit insoweit wichtige Fragen unseres Themas berührt, als er die Phylogenie der hinteren Extremität der verschiedensten zweifüßigen Tiere, der wichtigsten Organe für die Aufrechthaltung des Körpers, behandelt. Ausgehend von den Sauriern (Iguanodon) aus der Sekundärzeit und dem Urahn der Säuger, weist er

---

dert in seinem Reisetagebuche „Die Entdeckung der Nilquellen“ Leipzig (Brockhaus) 1864, wie sich der König Rumanika und seine Umgebung über den sich niedersetzenden Speke und über seinen Stuhl höchlichst verwundern.

1) Reicherts und du Bois-Reymonds Archiv.

2) Arch. für pathol. Anat. Bd. 31.

3) Americ. journal 1877.

4) Rev. mém. de l'Ecol. d'Anthrop. de Paris. 1896. Bd. VI. S. 233.

darauf hin, daß es bereits in einer ungemein weit zurückliegenden Epoche vor dem Auftreten der Anthropoiden einen primitiven, indifferenten Bipedismus gegeben habe. Bekanntlich gibt es zwei Richtungen unter den diesbezüglichen Ansichten der Anthropologen. So sehen auch Wiedersheim, Klaatsch u. a. den menschlichen Fuß als ein uraltes Erbstück, das schon tief im Säugetierstamm wurzelt, von der gemeinsamen Vorfahrenform des Menschen und der Affen an. Andere, wie Le Damany und Martin[1]), schließen aus den vielfachen, den aufrechten Gang erst ermöglichenden Umwandlungen des Skelettes in den ersten anderthalb Lebensjahren, daß der aufrechte Gang eine noch nicht sehr weit in der Stammesgeschichte zurückliegende Neuerwerbung ist. Adolphe Bloch[2]) geht vom vergleichend-anatomischen Standpunkte aus in seiner Abhandlung, deren Thema lautet „Pourquoi les Anthropoides ne sont-ils pas marcheurs bipèdes?" Durch diese Antithese und den wissenschaftlichen Vorteil des Vergleiches wird seine Arbeit besonders interessant, aber er erklärt die „Vierhänder" mehr physiologisch als anatomisch. Er stellt den einzelnen Merkmalen des menschlichen Körpers die der an die kletternde Lebensweise angepaßten Anthropoiden gegenüber, hebt also die Eigenschaften heraus, die zum aufrechten Gange unfähig machen. So die Knochen, die Muskeln und die Bänder des Fußes, des Unter- und des Oberschenkels, der Wirbelsäule, die Lage des Foramen occipitale und der Kondylen des Hinterhauptes. Die Arbeit ist aber im Wesentlichen auf Grund der Beobachtungen anderer, wie Duvernoys, Manouvriers hergestellt.

Mehr ontogenetisch behandelt P. le Damany[3]) „L'adaptation de l'homme à la station debout". Er hebt

---

1) Lehrbuch der Anthropologie, p. 954. Journal de l'anatomie et de la physiologie. 1905, p. 133.

2) Bull. soc. d'anthrop. (Paris V. Sér. t. I 1900, S. 233 ff.)

3) Journ. l'anat. et physiol. Année 1905 41. Nr. 2. p. 133—170.

den anatomischen Antagonismus hervor, der zwischen der Anpassung an das intra-uterine und der an das extra-uterine Leben existiert. Neu sind ferner seine Ergebnisse der Messungen der Winkel zwischen der Querachse der Femurcondylen und der durch die Länge des Femur gelegten Achse, ebenso der Winkel zwischen dem Beckeneingang und der Vorderseite des Sacrum. Über die Drehung des Femur hat er eine besondere Arbeit veröffentlicht (siehe Kapitel Femur). Das Aufrechtgehen des Menschen soll das Ergebnis sein einer wahren intellektuellen Arbeit, wie das Schreiben. Demnach ist er der Ansicht, daß die Aufrechthaltung des menschlichen Körpers ein spätes Produkt der phylogenetischen Entwicklung sei.

Neuerdings (1910) hat R. Klapp in einem kleineren Aufsatze das Thema „Der Erwerb der aufrechten Körperhaltung und seine Bedeutung für die Entstehung orthogenetischer Erkrankungen" in der Münchener medizinischen Wochenschrift[1]) behandelt. Die entwicklungsgeschichtlichen Veränderungen, die der Mensch zur aufrechten Körperhaltung durchmachen mußte, gibt er nur in Kürze an, in der Hauptsache sich auf Wiedersheims Lehrbuch berufend, er verfolgt den eigentlichen Zweck der Veröffentlichung, auf diese phylogenetische Ursache zu Erkrankungen, zu Mißbildungen des menschlichen Körpers vom orthopädischen Standpunkte aus hinzuweisen. Im Gegensatz zu der Auffassung, daß der menschliche Körper hochvollendete, so zum aufrechten Gange sehr zweckmäßig eingerichtete Organe besitzt, weist er auf Momente hin, die die Nachteile der Veränderung in die aufrechte Körperhaltung hervorbringen, also im Sinne Moskatis und der Dysteologie Haeckels. Daß die mit der Aufrichtung des Körpers verbundene Umlagerung der inneren Organe auch Nachteile im Gefolge hat und so mancherlei Ursachen zu Krankheiten, die der Vierfüßler nicht kennt, dem aufrechten Gange zugeschrieben werden müssen, ist

1) Bd. 57, Nr. 11, S. 564—567 und Nr. 12, S. 644—647.

auch aus der oben erwähnten Arbeit von Parow zu ersehen.

Eigenartige „Untersuchungen über den aufrechten Gang“ [1]) hat H. Gerhartz angestellt. Seine „experimentellen Studien über den aufrechten Gang“ [2]) und die Abhandlung „Der aufrechte Gang des Menschen“ [3]) weisen auf von ihm vorgenommene Dressuren von Hunden, Meerschweinchen hin, deren anatomische Merkmale er nach Abtötung zusammen mit Vergleichstieren aus demselben Wurfe und von demselben Geschlechte untersuchte. Aber diese gewaltsamen, in 28 Wochen durchgeführten, durch täglich mehr- (im ganzen 7-) stündiges Aufrechtstehen bewirkten, funktionellen Umänderungen konnten, wie sich wohl leicht voraussehen ließ, nur pathologische Erscheinungen, Deformitäten, hervorbringen, Mißbildungen [4]) — insofern sie außerhalb der Variationsbreite der Art liegen. — Man könnte hierbei auf die gleichfalls einer ungewöhnlichen Belastung zuzuschreibende Entstehung des Plattfußes hinweisen. Daß sich der Natur auf unserem biologischen Gebiete die Wahrheit nicht mit Hebeln und Schrauben abringen läßt, ist bereits bei den allgemeinen Ausführungen (S. 8) über die Verwendungsmöglichkeit des biologischen Experimentes in der Anthropologie hervorgehoben.

Gerhartzs Experimente wiesen das gerade Gegenteil von den beim Menschen auftretenden Folgeerscheinungen der Aufrechthaltung des Körpers auf: während der gestreckte Oberschenkel für das menschliche Skelett charakteristisch ist, mußten hier Krümmungen der Beine festgestellt werden, die durch die größere und vor

---

1) Berl. klin. Wochenschrift. 49. Jahrg. S. 1973—75, 1910.

2) Pflügers Arch. Bd. 138 S. 19—89, 1911.

3) „Die Naturwissenschaften“ von Berliner und Pütter. IV. Jahrg., Heft 39/41, 1916.

4) Vergl. auch E. Schwalbe, Die Morphologie der Mißbildungen des Menschen und der Tiere. Jena 1906.

allem in anderer Richtung wirksame Belastung veranlaßt wurden. Das Becken zeigte eine gerade, nicht aber, wie die Rumpflasttheorie für die Erklärung der Aufrechthaltung des Menschen lehrt, eine niedrige Stellung. Auch an der Bildung der Kreuzbeinwirbel macht Gerhartz die entgegengesetzte Erfahrung. Es mußten die Folgeerscheinungen seines Experimentes an den übrigens in der Stammesgeschichte weit von der Primatenreihe abstehenden Versuchstieren ganz andere sein — so zunächst die Rückbiegung des unteren Wirbelsäulenabschnittes, — weil an dem Individuum in der Kürze der Zeit die Schutzgegenwirkung noch nicht eintreten konnte, die durch Anpassung erhaltene nachträgliche Erwerbung. Zur Erklärung der Entstehung der menschlichen Körperhaltung ist aber nicht nur die Berücksichtigung des Faktors „Zeit" nötig, auf welche die ins Auge zu fassenden geologischen Formationen hindrängen, sondern auch die Beachtung des Cuvierschen Gesetzes der physiologischen Korrelation, in der Organe zueinander stehen.

Die aus solchen vom einseitigen medizinischen Standpunkte aus gewonnenen Versuchsergebnisse mußten zu Fehlschlüssen führen. So soll die Festigkeit der hinteren Beckenpartie die hauptsächlichste Bedingung zum Aufrechtgehen sein. Der Mensch geht aber nicht aufrecht, weil sein Becken dafür geeignet geworden war, sondern weil er die aufrechte Körperhaltung allmählich anzustreben von der Außenwelt veranlaßt wurde, bildete sich auch das Becken danach um, zunächst aber, wie die Paläontologie lehrt, die unteren Gliedmaßen, vor allem der Fuß. Gerhartz führt weiter aus: „Daß nicht die Umgestaltung der unteren Extremität in die menschliche Form das Wesentliche ist, läßt sich daraus entnehmen, daß bei manchen niederen Menschenrassen primitive untere Extremitäten vorhanden sind, aber dennoch der aufrechte Gang erworben wurde" [1]). Wenn aber berücksichtigt wird, daß

---

1) „Naturwissenschaften". 4. Jahrg., Heft 41, S. 616.

es bei der großen Variabilität der menschlichen Beckenformen heute noch Menschen gibt, deren Becken an eine äffische Gestaltung erinnert, wie ja auch das von ihm S. 601 (Heft 40) beschriebene symmetrisch hohe Assimilationsbecken dem Anthropoidenbecken ähnlich ist, so erscheint es mir doch recht zweifelhaft, ob die geringere Wölbung des Fußes und die etwas abstehende Großzehe für die Frage der Anpassung an die Aufrechthaltung Abweichungen von wesentlicherer Bedeutung darstellen, als die primitiven Beckenformen des Menschen. Zu den spezifischsten Merkmalen des Menschen gehört bekanntlich die Festigkeit des Beckenbaues keineswegs. Der *Tyrannosaurus* (s. Bild, S. 116) ging auf zwei Beinen, wiewohl seine Beckenform noch wenig Anpassung an die aufgerichtete Körperstellung zeigt, die Aufrechthaltung der Wirbelsäule des rezenten Piguins ist eine statische Notwendigkeit zu Lande, weil seine unteren Extremitäten als Ruderorgane weit hinten stehen, sein Becken ist ein echtes Vogelbecken. Das Kletterleben der Affen hängt auch nicht in erster Linie von der Form des Affenbeckens ab.

Der Maulwurf nahm gewiß seine unterirdische Lebensweise nicht deshalb an, weil sich sein Becken gegen den Druck widerstandsfähig genug erwies; er ging vielmehr als Nimmersatt dem Reichtum der Regenwürmer und Engerlinge nach und erhielt durch die seit der Tertiärzeit ständig geübte Wühlarbeit allmählich wahre Grabfüße, starke Schulterblätter, festgefügten Brustkorb usw. In erster Linie mußten die der besonderen Arbeitsleistung, der Lokomotion und der Stütze des Körpers, dienenden Organe in geeigneter Weise umgewandelt sein.

Mit dem übrigens kaum etwas Neues bringenden Buche von Ludwig Hopf „Über das spezifisch Menschliche in anatomischer, physiologischor und pathologischer Beziehung“[1]) kommen wir zu den anthropologischen Lehrbüchern, von denen das von R. Wiedersheim „Der Bau

1) Stuttgart, Verlag von Fritz Lehmann, 1907.

des Menschen als Zeugnis für seine Vergangenheit"[1]) in vergleichend-anatomischer, physiologischer und entwicklungsgeschichtlicher Beziehung entschieden das bedeutendste ist; es trägt viel zur Klärung unserer Frage bei. In mancher Hinsicht ist verwendbar das Handbuch von W. L. H. Duckworth „Morphology and Anthropology"[2]). Vergleichend-anatomische Tatsachen werden für einzelne Organe angeführt in dem bekannten Lehrbuche der vergleichenden Anatomie von Lang[3]). Die vorzüglichen Lehrbücher der vergleichenden Anatomie von Gegenbauer, von Wiedersheim, von Quain und von Poirier, das Handbuch der Anatomie und Mechanik von Rud. Fick[4]) sind ebenfalls zugrunde gelegt. Das vielverbreitete Werk von Joh. Ranke „Der Mensch" ist unentbehrlich zur Bekanntgabe der Stellungnahme dieses verdienstvollen Forschers zu den wichtigsten einschlägigen Fragen. In fast allen größeren anthropologischen Werken anatomisch-physiologischen Inhaltes finden sich kurze Auseinandersetzungen über die Aufrechtstellung des Menschen vor, ohne jedoch neue Gesichtspunkte zu bieten. Das jüngst (1914) erschienene Lehrbuch der Anthropologie von Martin[5]) ist wegen seiner besonderen Berücksichtigung der anthropologischen Methoden bereits hervorgehoben bei Erwähnung der Meßverfahren und verdient vornehmlich Empfehlung wegen des großen Literaturverzeichnisses, S. 1069—1168.

Einzelarbeiten sind in Zeitschriften zerstreut, wie in den bekannten Jahresberichten und in der Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie Schwalbes und im Zentralblatt von G. Buschan, im Zentralblatt für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte von Buschan, im

---

1) Tübingen 1908, 4. Aufl., Verlag der H. Lauppschen Buchhandlung.
2) Cambridge 1904.
3) Gustav Fischer, Jena.
4) Jena 1911.
5) Gustav Fischer, Jena.

Archiv für Anthropologie, dem Organe der D. Ges. für Anthropologie, im Korrespondenzblatt der D. Ges. für Anthropologie, in der Internationalen Monatsschrift für Anatomie, im Journal anat. et physiologie, The Journal of Anatomy, Rev. mém. de l'Ecole d'Anthropologie de Paris usw. Sie haben in osteologischer, myologischer, funktioneller (ethnologischer) und entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht zum Teil unser Thema behandelt. Auf sie ist an betreffender Stelle, und zwar zu Beginn der einzelnen Kapitel verwiesen worden.

Zunächst haben wir es mit den direkten Anhaltspunkten zu tun, die indirekten, wie Arme, weitere Ausbildung des Gehirns usw. werden in zweiter Linie später berücksichtigt.

Der Fufs.

Aeby, Ch., Bau des menschlichen Körpers mit besonderer Berücksichtigung auf seine morphologische und physiologische Bedeutung. Leipzig 1871.

Anthony, L'évolution du pied humain. Bull. mém. Soc. anthropol. Paris, Sér. 5. T. 3. S. 818. 1902.

Beely, F., Über die Bedeutung des Fußgewölbes beim Stehen. Arch. für Chir. 27, 2.

Braune und Fischer, Der Gang des Menschen. Abhdl. der math.-phys. Klasse der Kgl. Sächs. Gesellschaft d. Wiss. (1895) 15. und (1889) 21. Bd.

Broca, Discours sur l'homme et les animaux 1866. L'ordre des Primates 1869.

Burgmeister, Geologische Bilder, 1851, S. 63—142.

Ecker, A., Zur Geschichte der Füße der Chinesinnen. Arch. Anthrop. Bd. 5, S. 355, 1872.

Fischer, O., Der Gang des Menschen. 4. Über die Bewegung des Fußes und die auf denselben einwirkenden Kräfte. Leipzig 1901.

Hasslwander, A., Untersuchungen über die Ossifikation des menschlichen Fußskeletts Zschr. Morph. Anthrop. Bd. 4, S. 438. 1903.

— Untersuchungen über die Ossifikation des menschlichen Fußskeletts II. Der Abschluß der Verknöcherungsvorgänge. Zschr. Morph. Anthrop. Bd. 12. S. 1. 1909.

Hüter, Anatomische Studien an Extremitäten-Gelenken Neugeborener und Erwachsener. Virchows Archiv 25, 26, 29.

Kadjau, Über die Architektur des Fußes. Materialien zur Kenntnis der Architektur des Fußes. St. Petersburg 1884.

Klaatsch, Die wichtigsten Variationen am Skelett der freien unteren Extremitäten des Menschen und ihre Bedeutung für das Abstammungsproblem. Ergebn. Anat. Entw.-Gesch. Bd. 10. 1900.

— Das Gliedmaßenskelett des Neanderthalmenschen. Anat. Anz. Bd. 19, Erg.-H. 1901.

— Die Erwerbung der aufrechten Haltung und ihre Folgen. Anat. Anz. Bd. 44, Ergz.-H. 1913.

K. Langer, Über das Sprunggelenk der Säugetiere und des Menschen. Denkschr. der Kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-naturw. Kl. Bd. XII. 1856.

Lazarus, S. F., Zur Morphologie des Fußskeletts. Morph. Jahrb. Bd. 24. S. 1. 1896.

Loth, E., Zur Phylogenie des menschlichen Fußes. Sitz.-Ber. Ges. Wiss. Warschau. S. 183–221 u. 1909. Korr.-Bl. Anthrop.-Ges. Bd. 40, S. 23.

— Die Aponeurosis plantaris in der Primatenreihe, S. 191–322

Lucae, J. Ch., Die Hand und der Fuß. Abhdlg. der Senckenbergschen naturf. Gesellsch. Bd. V. 1864/65 Frankfurt a. M.

Manners-Smith, T., A Study of the Naviculare in the Human and Anthropoid Foot. Journ. Anat. Physiol. London 1907. Vol. 41, S. 255.

— A Study of the Cuboid and Os Peroneum in the Primate Foot. Journ. Anat. Physiol. London. Vol. 42. S. 397.

v. Meyer, C. H. Statik und Mechanik des menschlichen Fußes. Nach neuen Untersuchungen. Jena. G. Fischer. 1886.

— Studien über den Mechanismus des Fußes. 2. Heft.

— Der Klumpfuß und seine Folgen für das übrige Knochengerüst, ebenda.

Muskat, G., Beitrag zur Lehre vom menschlichen Stehen. Arch. für Physiol. 1900. S. 285.

Pfitzner, W., Die Variationen im Aufbau des Fußskelettes. Morph. Arb. Bd. 6, S. 245. 1896.

— Ein Fall von beiderseitiger Doppelbildung der fünften Zehe, nebst Bemerkungen über die angebliche Rückbildungserscheinung an der kleinen Zehe des Menschen. Morph. Arb. Bd. 5. 1895, S. 279.

— Beiträge zur Kenntnis des menschlichen Extremitätenskelettes 7. Die Variationen im Aufbau des Fußskelettes. Morph. Arb. Bd. 6, S. 245. 1896.

Poniatowsky, St., Anthropologische Untersuchungen am Sprungbein. Trav. Soc. Sc. Varsovie III Cl. Sc. Math.-Nat. No. 6. 1913.

— Beitrag zur Anthropologie des Sprungbeins. Arch. Anthrop. N. F. Bd. 13, S. 1. 1914.

Rasumowsky, W., Beitrag zur Architektonik des Fußskeletts. Intern. Monatsschrift für Anatomie. Bd. VI 1889 Heft 6. S. 197—206.

Reicher, W., Beitrag zur Anthropologie des Calcaneus. Arch. Anthrop. N. F. Bd. 12, S. 108. 1913.

Rothschuh, E., Über die Fußmuskeln der Primaten und des Menschen. Inaug.-Dissert. München 1889.

Sarasin, P. u. F., Die Weddas von Ceylon. Wiesbaden 1893.

Schötensack, Zeitschr. für Ethnol. Berlin 1901.

Schwalbe, G., Über das Cuboides secundarium. Zschr. Morph. Anthrop. Bd. 13 S. 1. 1910.

Seymour, Sewell, A., Study of the astragalus. Journ. of anat. and phys. London 1904. Vol. 38, p. 233—247 und 423, Vol. 39, S. 74 und Vol. 40, S. 152.

Stieda, L., Der M. peronaeus longus und die Fußknochen. Anat. Anz. Jahrg. IV 1889. Nr. 19, 20 u. 21.

Tornier, Gustav, Die Phylogenese des terminalen Segmentes der Säugetier-Hintergliedmaßen. 1888. Morph. Jahrb. von Gegenbaur (Ruge) Bd. 14.

— Das Fußgewölbe in seinen Hauptmodifikationen. Sitzungsber. der Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, 1894, Nr. 2.

Virchow, H., Die Aufstellung des Fußskelettes. Anat. Anz. Bd. 7. S. 285. 1892.

— Das Skelett eines wohlgebildeten Fußes. Verh. d. Physiol. Ges. zu Berlin, Januar 1901.

— Entgegnung. Verh. der Physiol. Ges. zu Berlin 1900 - 1901. I, S. 1.

Volkow, Th., Variations squelettiques du pied. Bull. Soc. Anthrop. Paris. Sér. 5, t. 4, S. 632 und Sér. 5, t. 5, S. 1 und 201. 1904.

Weber, E., Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. Göttingen 1836.

Bekanntlich wird neben dem mächtig entwickelten Gehirne der Fuß als erster und wesentlicher Charakter des menschlichen Typus angesehen. Ohne die großartige Fußbildung würde durch die hintere Extremität, wie sie

die Vierfüssler ausser den Primaten aufweisen, einem Gange auf Stelzen ähnlich, nur ein notdürftiges Einherschreiten ohne sicheren Halt ermöglicht werden. Da der Fuß die Aufgabe hat, als Stütze für die Körperlast und als Hebel zur Fortbewegung zu dienen, muß er als Stand- und Gangfuß funktionieren. Dieser doppelten Aufgabe entsprechend besitzt der Mensch eine flache Sohle, hat aber — im Gegensatz zu den plantigraden Säugetieren, wie dem Bären — die gewölbartige Zusammenfügung der Knochen des Mittelfußes und der Fußwurzel und zeigt eine vorspringende Ferse.

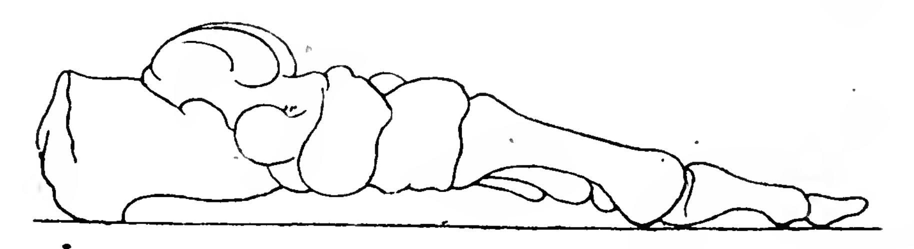


Fig. 1. Wedda (nach Anthony, l. c. S. 818).

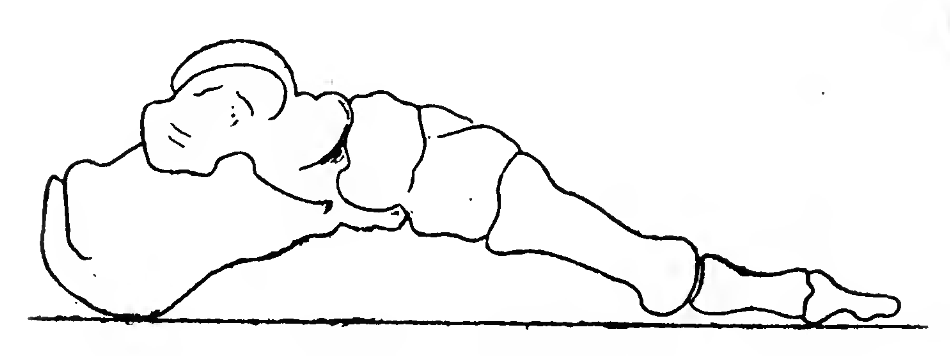


Fig. 2. Europäer.

Das den federnden Gang ermöglichende Fußgewölbe[1]) besteht aus zwei Bogen, einem höheren am inneren und einem flacheren am äusseren Fußrande und ruht mit drei sogenannten Fußpunkten auf dem Boden, mit dem Fersenhöcker, dem Ballen der grossen und dem Ballen der kleinen Zehe.

Genau genommen, ist die eigentliche Stellung der

1) Diejenigen, welche Plattfuß aufweisen, sind nicht imstande, andauernde Märsche zu machen, sie werden mit Recht vom Infanteriedienst befreit.

knöchernen Komponenten des Fußes, wie Rasumowsky[1]) hervorhebt, das Gewölbe nach vorwärts, entsprechend den fünf Metatarsalknochen in eben so viele Knochenbogen zergliedert. Diese Knochenbogen erleiden eine Unterbrechung, welche für die drei medialen in dem Talus, für die beiden lateralen aber in dem vorderen Teile des Calcaneus liegt; es sind dieses die am höchsten gelegenen Punkte der Gewölbbogen (die Bogenrippen). Die Druckbalken werden unten vermittelst der Zugbalken verbunden. Die den Anfangs, sowie die den Endteil des Zugbalkens bil-

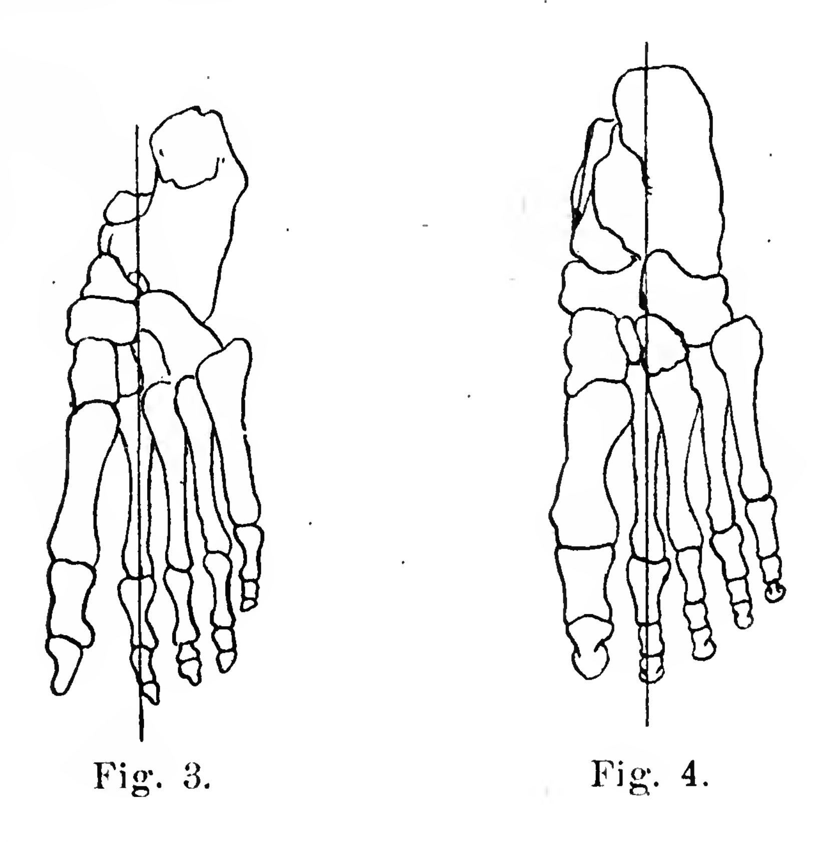


Fig. 3. Fig. 4.

denden Fasern stehen senkrecht zu den Fasern des zugehörigen Druckbalkens. In frontaler Richtung bilden die aus dem einen Knochen in den anderen übergehenden Knochenfasern ein Gewölbe, das am schärfsten ausgesprochen ist im Niveau der Keilbeine und in dem Basalteile der Metatarsalknochen. Das frontal liegende Fußgewölbe wird unten gleichfalls von einem System von Zugbalken verstärkt. Diese werden von Ligamenten und Knochenfasern gebildet, wobei die letzteren

1) Beitrag zur Architektonik des Fußskelettes. Intern. Monatsschr. für Anatomie. Bd. VI. 1889, Heft 6.

eine Fortsetzung der ersteren darstellen und zu den Druckbalken senkrecht stehen. In dem hinteren Teile des Fußes treffen wir zwei vertikal stehende bogenförmige Systeme von Druckbalken, deren eines (das hintere) nach außen, das andere (vordere) aber nach innen convex erscheint. Auf diesem Gewölbescheitel, dem Astragalus, ruht die ganze Last des Körpers, auf ihm ist senkrecht zur Längsachse des Fußes die Tibia eingelenkt. Lazarus macht darauf aufmerksam, daß beim Neugeborenen das gerade Gegenteil von dieser Ausbildung des Fußes besteht: Die Gewölbearchitektur ist noch nicht ausgebildet, der Fuß steht in der Supination, während der des Erwachsenen in Pronation sich befindet, die Zehen sind mannigfaltiger Bewegungen fähig, die Großzehe kann abduziert werden. Die Dorsalflexion des Fußes ist in einem sehr hohen Ausmaße möglich, beim Erwachsenen jedoch in weit geringerem Grade.

Die Senkung des Processus anterior und die Hebung des Sustentaculum tali hat die analoge Ursache wie die Senkung des äusseren und die Hebung des inneren Talusteiles: beides ist ein Produkt des aufrechten Ganges. Die Ausbildung und die Entwicklung dieses Organes hat unter dem dominirenden Einflusse der Funktion gestanden und der sich von Generation zu Generation wiederholende Umbildungsprozess hat schließlich eine Umgestaltung des Mechanismus der Fussknochen bewirkt, die der Ausübung des aufrechten Ganges förderlich wurde. Durch Auslese und Vererbung wurde auch ohne Ausübung des aufrechten Ganges dieser physiologische Prozeß bis zu einem gewissen Grade gesetzmäßig postembryonal fortgesetzt.

Lazarus glaubt nachweisen zu können, daß die größere Bewegungsfähigkeit des Fußes um den Querdurchmesser der in dieser Zeit in grösserem Umfange überknorpelten Sprungbeinrolle das intrauterine Kind und der Neugeborene bis zum 4. Lebensalter mit den Affen gemein hat.

Aber die Spring- und Gehfunktion begünstigten auch die Ausbildung der Aponeurosis plantaris und das Hautleistensystem.

Hierüber haben Edward Loth und Schlaginhaufen sehr wertvolle Forschungsergebnisse bekannt gegeben. Daß die Druckwirkung nicht ohne Berücksichtigung des Weichteilpolsters untersucht werden könne und daß der ganze äußere Fußrand und der ganze Ballen, insbesondere sein mittlerer Teil, die wirksame Sohlenfläche bilden, wird durch die Arbeiten Beely's, Muskat's und Hans Virchow's überzeugend dargetan.

Auch Hoernes[1]) weist darauf hin, daß die Plantawölbung des Fußes, ausgedrückt durch den Wölbungsindex, eines der wertvollsten, anthropologischen Merkmale am Fußskelett ist. Bei den niederen Menschenrassen im ganzen wie in jedem einzelnen Knochen sind deutliche und zahlreiche Übergänge vorgeschrittener, aber noch nicht ganz vollendeter Anpassung an die aufrechte Haltung und den zweibeinigen Gang. Mittelformen zwischen dem schiefen, flachen und dem geraden, gewölbten Fuß sind abgebildet von Anthony. Dem Embryo fehlt noch die für den Erwachsenen so charakteristische Wölbung des Fusses. Bei den Wedda ist diese Wölbung geringer und der ganze Fuß schmäler und dadurch affenähnlicher als beim Europäer. (Sarasin.)

Interessanterweise hat man auch versucht, eine Erklärung für die Entstehung der Gewölbestruktur des Fußes, als eines der ersten Probleme der Menschwerdung zu geben. Welche Stellungnahme Lazarus zu dieser Frage zeigt, ersehen wir aus Obigem. Klaatsch und Schoetensack[2]) lassen die Umgestaltung des Gangfußes aus dem Kletterfuß entstehen. Es soll der Fuß durch die erstrebte Haltung geschaffen worden sein. Aber es ist wohl anzunehmen, daß nicht, wie Klaatsch will, der gewölbte Fuß entstanden ist durch Anstemmen an den zu erkletternden Stamm einzelstehender, dicker Bäume (eine ausführliche Entgegnung auf die von Schoetensack und Klaatsch

1) Natur- und Urgeschichte des Menschen, Bd. I, 169.
2) Die Vorgeschichte des Menschen, 1904, S. 43.

aufgestellte Hypothese siehe bei G. Schwalbe), als vielmehr durch Anpassung an ein ausdauerndes und federndes Gehen auf dem Boden. Diejenigenerwiesen sich hierfür am geeignetsten, welche mit einem mehr gewölbten Fusse geboren wurden. Durch stetig fortgesetzte Auslese kam schließlich die Fusswölbung zustande. Wir finden die Tendenz in der Natur häufig ausgedrückt ganz unabhängig von geologischen Zeiten und von bestimmten Typen. So geht die Anpassung an den Bipedismus überhaupt aus denselben Momenten hervor, wie bei den Dinosaurien, bei den Vögeln die hinteren Gliedmassen. Ist nicht auch der Huf des Pferdes gewölbt? Durch die bogenförmige Gestalt des Fußes wird auch hier die Reibung möglichst vermindert. Am meisten mag beim menschlichen Fuße sich die Wölbung herausgebildet haben durch Anpassung der Großzehe und der Fußwurzelknochen bei Einziehung der Fußsohle zur Erreichung eines tunlichst elastischen Ganges auf dem Erdboden, also im Sinne des Lamarckianismus. Der Musculus plantaris und wohl auch der Ansatz der Plantarissehne an der Planta pedis, die Plantaraponeurose, mögen zur Herausbildung der Wölbung beigetragen haben.

Ausser dieser Gewölbebildung ist auch die Großzehe ein spezifisch menschliches Merkmal. Das Typische dieser Zehe ist die Länge, die Stärke, die Oppositionsbeschränkung durch Fehlen eines besonderen Muskels, sowie durch die knappe Schwimmhaut des ersten Interstitiums und die Bandverbindung des ersten Metatarsalköpfchens mit dem des zweiten. Da der Mittelfußknochen der großen Zehe den vorderen Pfeiler des Fußgewölbes am inneren Fußrande bildet, steht er, um dieser Aufgabe genügen zu können, mit den übrigen Mittelfußknochen in fester Verbindung.

Im Gegensatz zur Bildung der Großzehe scheint die kleine Zehe durch Reduktion der beiden vorderen Phalangen und wohl auch einiger Muskeln zu verkümmern.

Bei geringerem funktionellem Reize des weniger

tätigen Muskels mag die Ausbildung der Vorsprünge an seinen Ansatzstellen zurückgeblieben sein, so bei den Apophysen der Kleinzehe, die im Zustande der verminderten Energie und Resistenz verharren. Diese physiologischen Einwirkungen, Körpergewicht und Muskeltätigkeit, wirkten weniger fördend auf Ernährung und Wachstum der Knochen und Muskeln der Kleinzehe ein, weil die Hauptlast des Körpers von den medialen Fußstrahlen getragen wird. Wenn es sicher ist, daß die Muskeln an ihren Insertionszellen durch den Kräftezug eine adaptive Wirkung auf die Knochen ausüben, so läßt sich wohl verstehen, daß auch der allmähliche Schwund dieser funktionell unbedeutender gewordenen Zehe eintreten mußte. Im Hinblick darauf, daß für die Ontogenese aller rückgängigen Organe die Retardation der Entfaltung ein typisches Kennzeichen sein soll, wäre von Bedeutung, ontogenetisch nachzuforschen, ob eine Verlangsamung der Entfaltung der letzten Phalange der Kleinzehe festgestellt werden kann.

Die stärkere Ausbildung der Großzehe mag damit zusammenhängen, daß die Füße bestrebt sein müssen, nach innen zu geneigt zur Vertikalaxe des Körpers, den Druck dieses zu ertragen. Die Fußspitzen müssen bekanntlich nach aussen gehen, wenn der Mensch einen festen Stand haben will, sodaß die Unterstützungsfläche ein Trapez bildet. Weil diese Ausführung eigentlich schwierig ist, muß das Kind gehen und stehen lernen, ähnlich wie der Vogel das Fliegen.

Martin (l. c. p. 1064) ist der Ansicht, daß die Länge der Zehen von geringerer anthropologischer Bedeutung sei, indem er sich auf Zahlenangaben stützt, welche Pfitzner von Europäern, Adachi von Japanern, Uhlbach von Hottentotten bringt. Der Wert der Unterschiede soll demnach wohl ethnologisch zu verstehen sein. Es ist jedenfalls nicht zu leugnen, daß die Verlängerung der Großzehe das spezifisch Menschliche ist, während ja bei

den Affen die Länge dieser Zehe grossen Schwankungen unterliegt[1]).

Wenn auch die Behauptung richtig ist, daß die Verkürzung der Kleinzehe eine rezente Reduktionserscheinung darstellt, so dürfte es nicht ohne Bedeutung sein, mehr auf die Länge der einzelnen Zehenglieder das Augenmerk zu richten und die Verschmelzung der Mittel- und Endphalangen, also das Vorhandensein von nur zwei Phalangen, wie sie an der Kleinzehe häufig erscheint, noch mehr zu verfolgen.

Bezüglich der Länge des Metatarsus und der einzelnen Phalangen erlaubt sich der Verfasser die von ihm im anatomischen Inststute zu Halle mit gütiger Genehmigung des Herrn Geh. Medizinalrat Professor Dr. Roux, des Direktors der Anstalt, gewonnenen, osteometrischen Untersuchungen hier beizufügen (S. 34 und 35).

Man muß wohl unterscheiden das Hervorragen der einen Zehe vor der anderen und die eigentliche Länge, welche am Skelett gemessen werden muß, die Gesamtlänge der Phalangen (Zehenlänge). Diese erweist sich aber nach meinen Ermittlungen für die zweite Zehe größer als für die erste. Martin schreibt (l. c. p. 1065), daß die zweite Zehe größer sein „kann". Auch (p. 320) hebt Martin hervor, daß bei den meisten menschlichen Gruppen die große Zehe in mehr als der Hälfte der Fälle größer als die zweite ist, am ausgesprochensten bei den europäischen und negroiden, etwas weniger bei den mongolischen Varietäten, indem er auf Maurel[2]) verweist.

„Die häufig längere zweite Zehe antiker Statuen scheint mehr einem Schönheitsideal als der Wirklichkeit entsprochen zu haben." „Nur bei den Aino ist in ca.

---

1) Vergl. Wiedersheim, Bau des Menschen usw. 4. Aufl. 1908, S. 113 unten.

2) Etude sur la longueur des deux premiers orteils dans les races mongoles. Bull. Soc. Anthrop. Paris 1888, Sér. 3. t. 11, S. 437. Cf. Wiedersheim, l. c. S. 113: „Verlängerung der Großzehe ist das spezifisch Menschliche".

90 % die zweite Zehe die längere. Die größere Länge der ersten Zehe ist in der Tat also eine spezifisch menschliche Bildung. Die zweite Zehe ist im zweiten Spaltraum gemessen immer bedeutend kürzer als im ersten".

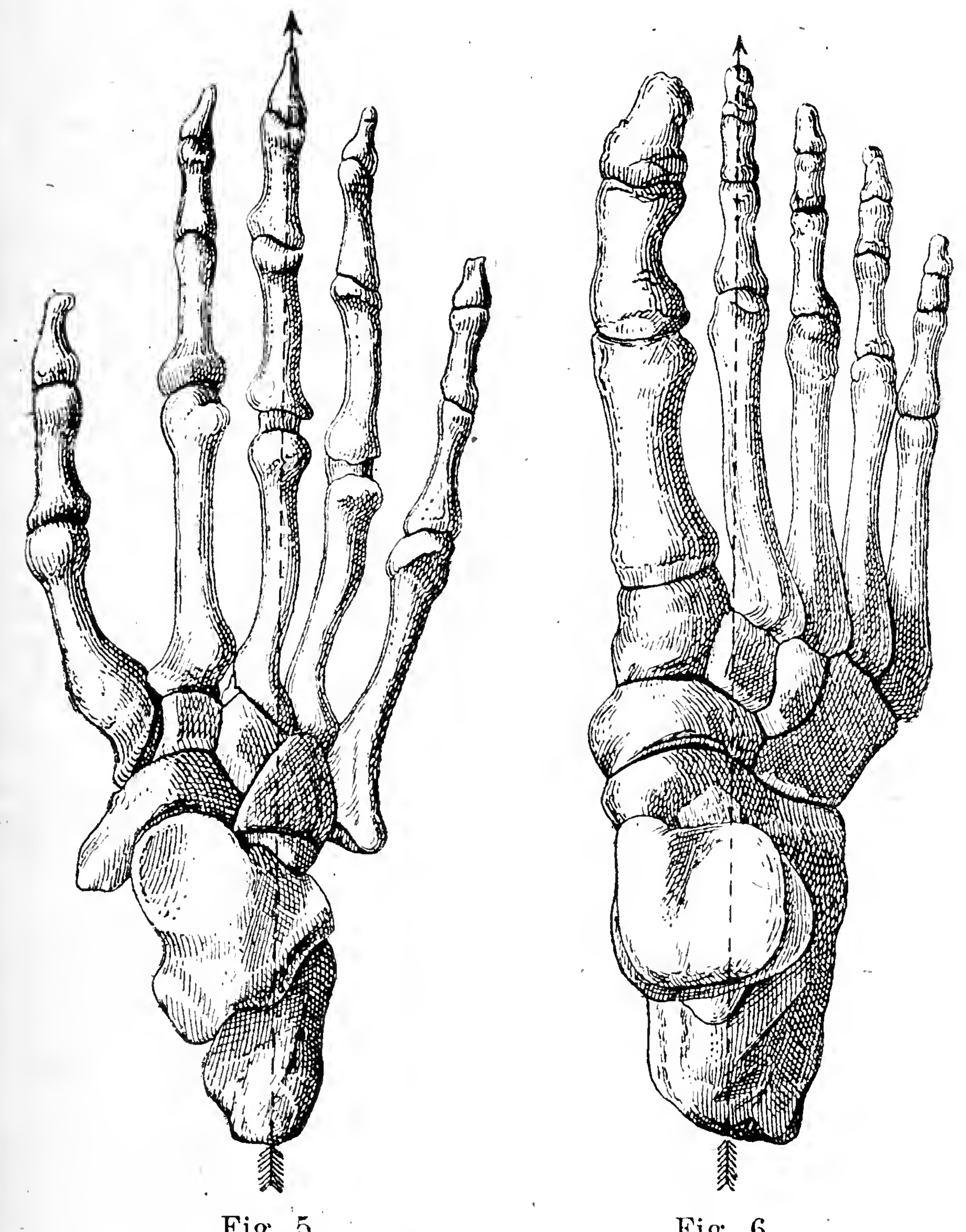


Fig. 5. Fig. 6.

Medianachse.

Gorilla: durch die 3. Zehe. Menschlicher europäischer Fuß: durch die 2. Zehe.

Nach Volkov und Anthony, Variations squelettiques du pied chez les primates et dans les races humaines l'évolution du pied humain, p. 818 u. 820. Bulletin de la soc. d'Anthr. de Paris, Sér. 5, 3, 1902.

Bei den Australiern und den Javanern fand Kohlbrugge[1]) in 10,5% die erste Zehe kürzer als die zweite. Adachi[2]) wies für die Japaner nach, daß ihre zweite Zehe meist länger ist als die erste. Bei den Dajak fand Nieuwenhuis[3]), daß in 18,6 Prozent die zweite Zehe länger ist als die erste. Jedenfalls liegt kein Grund vor, die grössere Länge der zweiten Zehe als ein primitives Merkmal anzusehen, wie Klaatsch[4]) annimmt. Vor allem muss eine reinliche Scheidung zwischen den verschiedensten Angaben über wahre Zehenlänge (am Skelett) und über das Hervorragen der Zehe mit ihren Weichteilen am Fuße eintreten. Untersuchungen über das Längenverhältnis der beiden ersten Zehen bei verschiedenen Völkern und Menschenrassen sind außerdem von Hyrtl, Grüning[5]), Bolz und Ranke angestellt. (Der Mensch 1911/12 3. Aufl. Leipzig.)

Es kann sein, daß die griechischen Künstler bei Herstellung ihrer Statuen von richtiger Beobachtung der natürlichen Verhältnisse des Skelettes ausgegangen sind und diese auf den ganzen Menschen übertragen haben. Daß in den zweitausend Jahren eine Umwandlung am menschlichen Fuße in diesem Sinne stattgefunden haben soll, ist kaum anzunehmen. — Abel (Palaeobiologie 1912 S. 257) läßt diese Frage noch offen. — Dann müsste aber der Unterschied zwischen recenten und diluvialen Resten der Säugetiere, welche gründlichst untersucht wurden, auffallend

---

1) L'anthropologie des Tenggerois, Indonésiens montagnards de Java. L'anthropologie 1897, t. IX, S. 1.

2) Cf. Kohlbrugge, l. c. S. 81. Die morphol. Abstammung des Menschen 1908. Stuttgart (Strecker und Schröder).

3) Anthropologische Untersuchungen bei den Dajak. Mitteil. des Niederl. Reichsmuseums für Völkerkunde. Leiden 1903. Série II, Nr. 5, S. 1.

4) Korr. d. D. anthrop. Ges. 1901, Bd. 33, S. 105.

5) Grüning, J., Über die Länge der Finger und Zehen bei einigen Völkerstämmen, Arch. Anthrop., Bd. 16, S. 511, 1885 und Ranke, Der Mensch, von Abel (Paläobiologie) S. 257 wird noch auf Hyrtl und Bolz verwiesen.

hervortreten. Man konnte aber bislang von den nicht ausgestorbenen Arten kaum spezifische Unterscheidungsmerkmale feststellen. (Siehe Tabelle Seite 34.)

An dem untersuchten Materiale zeigte sich, daß mit geringer Ausnahme (Nr. 6) die zweite Zehe länger als die Großzehe ist. Es kann aber vorkommen, daß die letztere weiter hervorragt als die zweite. So ist es beim Neger (Paris 1804 Nr. 13), bei der Negerin (Paris 1804 Nr. 12) um 6 $^1/_2$ mm. Vergleicht man aber die Länge der beiden Zehen, so ist die zweite um die Endphalange dieser länger, d. h. um 10 mm. Bei den europäischen Fußskeletten dieser Aufstellung ragt die zweite Zehe meist um die Hälfte der Endphalange vor der Großzehe hervor.

Von den c. 50 menschlichen Skeletten, welche vom Autor daraufhin untersucht sind, konnte bei drei männlichen, drei weiblichen und in zwei anderen Fällen verschiedener Provenienz mit Sicherheit festgestellt werden, daß die Mittel- und Endphalange der Kleinzehe verwachsen sind. Die Statistik ist aber insofern sehr ungenau, als es häufig durch Fehlen der Phalangen oder durch Gipsen unkontrollierbar blieb.

Im anatomischen Institute zu Berlin habe ich unter 35 Fällen 15=42,85 $^0/_0$ feststellen können, bei denen die Verwachsung der letzten Phalangen der fünften Zehe nachweisbar ist, und zwar bei 11 beiderseits, bei den übrigen 4 nur an einer Seite. Auch in dieser Sammlung läßt sich in dieser Hinsicht kein Unterschied in der Rasse, noch im Geschlecht oder Alter herausfinden. Es wurden untersucht Japaner, Chinesen, Perser, Baschkiren, Fellachen, Esthen, Botokuden, Kaffern, Hottentotten, Guanche und Europäer. Ein männliches menschliches Skelett mit 13 wohlausgebildeten Rippen zeigt am linken Fuße, also nur in einem Falle, die Reduktion der Kleinzehe durch das Verwachsensein der beiden letzten Phalangen. Bei den beiden Riesen von 2,23 m (von 23 J.) und 2,16 m (von 80 J.) Länge, welche die Berliner Sammlung zieren, fanden sich beide Phalangen isoliert.

Signatur	Großzehe: Metatarsus Länge	Metatarsus Breite	1. Phalange		2. Phalange		Zweite Zehe: Metatarsus	1. Phalange	2. Phalange	3. Phalange	Kleinzehe: Metatarsus Außenrand	Metatarsus Innenrand	1. Phalange	2. Phalange	3. Phalange	Breite des Metatarsus an der Basis
1. Mohr Selim . . . Nr. 15 1823	65½	17	31		28		80	30½			71½	63	20			8½
2. Eingeborener von Celebes (Bugi) ♂ 25 Jahre	63	15	33		20		79	29	15	12	77	65	25	7	8	12
3. Negerin, Paris . . Nr. 12 1804	61	13	31	11	23	6	70	26½	11	10	62	58	18	14½		4
4. Chinese	60½	15	30½	13			75	29	15	11	71	58½				12½
5. Neger, Paris . . Nr. 13 1804	60	16	34	10	23		75	26	12	9	76	59	23	5½	8	17
6. Moses Rosenthal .	60	13	30		26		62	36	10	12	70	64	21½	15		6
7. Papua von Koroleon ♂ 36 Jahre .	59	16	35				76½	30			74½	63				11½
8. Maori, NewZeeland aborigenos Havelstock Hill . . .	58,5	15	31		22		73	25	15	9½		65	24	7	6	
9. Altperuaner . . . Nr. III	57 ? gegipst	14	29	13½	20											
10. Zigeunerin von 58 Jahren	57	11	28		22	12	70	24½	14	8	63	59	21	6½	9	4
11. Australier II ♂ c. 30—40 Jahre . .	55		30		22		72½	28½	13	9	75	62	18½	4	7	13

12. Sumatranerin . .	55	12½	29		22		68		13	11	62	57	21	7+6	5
13. Nr. 9 weibl. Person	55	12	31	10	24										
14. Altperuaner IV c. 30 Jahre	54	12	28				66				67	56	19		11
15. Japaner ♂ c. 30 Jahre	54	16	30	15	25		70	27	13	13½	67	55½	22	13	12½
16. W. Martin . . . Nr. 514	54	10	29	11	23	8	67	28	12	8	62	55	23	15	7
17. Australier I ♂ 25—30 Jahre . .	53½		30		22		67½	26	11½	8		56	20	6½ 7	
18. ♀ vom Benong-Stamme am Mc Kong Hinterindien	52	11	25		22		65	22			58	50			8
19. Mädchen von 19 Jahren. . . . . Nr. 8	51	12	28		20½	8½	65	26			68½	55	20	15	13½
20. Lappe in Finnmarken ♀ . . .	50½	14	29½		20½		63½	22½			63	50			13
21. Lappe II ♂ von 50 Jahren . . .	49	13	23½		20½		56	19½	9	12	60	48			12
22. Ein gut präpariertes Skelett ohne Zeichen	48	11½	26	12	24		66	23	7½	10	64	49	17½	12	13
23. Desgleichen . . .	46	12	24	12	19½	7	57	21			54½	40½	15	11	14½
24. Lappe aus einem heidnischen Grabe	46	11½	24	10							58	48½			9½
25. Altperuaner II ♂ c. 70 Jahre . . .	46	13	25	12	21		66	22½	12	6½	60	52			8

In der kleinen Skelettsammlung des anatomischen Institutes zu Bonn, deren Benutzung der Verfasser der Freundlichkeit des Herrn Geheimrates Bonnet verdankt, konnten von den untersuchten sieben Rassenskeletten (Sudanese, Kongoneger, 2 Javanern, 3 Kaukasiern) vier Beispiele der Verwachsung der beiden Endphalangen festgestellt werden. (57,14 %). An dem einen Javaner-Skelette ragt die zweite Zehe an beiden Füßen über die Großzehe hervor, bei dem weiblichen Skelette von 20 Jahren (I. 1. 1. 2. 3.) (fecit Heyden 1902) ist die zweite Zehe fast so lang wie die Großzehe (siehe Tabelle Seite 37).

Von größter Wichtigkeit für die Bildung des Fußgewölbes, da in ihm der Stützpunkt liegt, ist das Fersenbein, der mächtigste Fußknochen. Er ist aus der ursprünglichen Stellung neben dem Sprungbein beim Menschen in die unter das Sprungbein gerückt und gibt einen Träger desselben ab. Der Calcaneus muß aber auch deshalb stark entwickelt sein, da sich an ihn die Sehne der für den aufrechten Gang wichtigen Streckmuskeln des Fusses, die Achillessehne, ansetzt. Entwicklungsgeschichtliche Studien, auch die von Henke und Reyher, haben ergeben, daß beim Menschen der höchste Grad dieser Stellung des Fersenbeins erreicht ist; denn der Taluskörper, der den Schlußstein des Gewölbes darstellt, ruht in seiner ganzen Ausdehnung auf dem Fersenbeinkörper. Bei niederen Völkerrassen (Malaien von der Insel Rotti nach Lucae) wie bei manchen Primaten z. B. *Hylobates concolor*, soll dieser Zustand noch nicht völlig ausgebildet sein. Auch beim Gorilla weicht das Fersenbein nach außen vom Talus ab. Der Mensch im fötalen Zustande, wie auch der Neugeborene, bekundet in dem Verhalten der Dimensionen des Fersenbeines eine Ähnlichkeit mit gewissen Primaten, wie man aus der von Lucae beigegebenen Tabelle ersehen kann.

Lazarus[1]) hat durch Vergleichung festgestellt, daß

1) Zur Morphologie des Fußskeletts. Morphologisches Jahrbuch, Bd. 24, Heft I, S. 125.

Signatur	Großzehe						Zweite Zehe				Kleinzehe					
	Metatarsus		1. Phalange		2. Phalange		Metatarsus	1. Phalange	2. Phalange	3. Phalange	Metatarsus		1. Phalange	2. Phalange	3. Phalange	Breite des Metatarsus an der Basis
	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite					Außenrand	Innenrand				
Kongoneger 1540 mm (von Dr. Zellerer)	55	14	27	12	19	oben 18 unten 8	72	22	10	6	65	62	19,5	8,5	10	16,5
Javaner, 20 Jahre, 1520 mm	56	14,5	30,5	12,5	19	18 / 9,5	70	22	7	8	70	60	17,3	16,5		21
Javaner I, 1. 1. 3. 2. 1550 mm (Seeräuber in Makassa hingerichtet) (von Dr. Zellerer)	55	14,9	26,2	12,2	20	17 / 8,8	68,5	29	15	10,8	66	54	17,5	5	6	20,3
Sudanese I, 1. 1. 3. 1. 1535 mm.	51	12	25	12	20,5	19 / 9,8	69	23	15	13	57	45	28	14,5		22
Männliches Skelett I, 1. 1. 2. 5. (Heyden 1909)	55	16	31,5	14,9	25	22 / 14	68	25	12	10,5	69,5	57,5	25	16		23
Weibliches Skelett von 20 Jahren, fecit Heyden 1902 I, 1. 1. 2. 3.	52,5	12,5	25,5	12	19,8	15 / 9,9	64	20,5	6,5	7,5	55,5	50,5	18,5	14,5		16
Männl. Skelett, Riese (Vasseur) 1887 mm	77	21	47	20	30	27,5 / 14,5	85,2	36,5	19	13,5	86,5	68,5	27	8	11,5	29

die Tarsallänge, welche unter den Anthropoiden eine progressive Entwicklung zeigt, und zwar insbesondere beim Gorilla die stärkste Längenausbildung erreicht, in der Ontogenese des Menschen eine weitere Zunahme erfährt: „Die relative Länge des Tarsus steht beim menschlichen Embryo bis zum siebenten Monate auf gleicher Stufe mit dem Gorillatypus, von da ab wächst der menschliche Tarsus stärker in die Länge, erhebt sich über die ursprüngliche Stufe und erreicht endlich beim $4^1/_2$ jährigen Knaben die höchste Länge, die schon weiterhin keiner eingreifenden Veränderung unterliegt".

Auch die Menschenrassen zeigen verschiedene Grade von Entfaltung des Tarsus. Beim Japaner und Peruaner ist der Tarsus kürzer gefunden, als beim Europäer [1]). Unter den Tarsalien des Menschen und der Anthropoiden erfährt der Calcaneus in der Ontogenese die größte Längenausbildung.

Die große Gelenkfläche des Fersenbeines senkt sich beim Erwachsenen stärker nach abwärts, weil einerseits das Höhenwachstum des Fersenbeinkörpers ein sehr intensives ist, andererseits das Höhenwachstum des Processus anterior reduzirt ist. Wegen des Tieferstandes des letzteren reicht beim Erwachsenen die Gelenkfläche tiefer als beim Neugeborenen. Die Ursache davon ist der aufrechte Gang; denn die ganze Last des Leibes überträgt sich mittelbar durch den Talus auf den Fersenbeinkörper; dieser bildet den hinteren Stützpunkt des Fußgewölbes. Zur Erklärung sehr wichtig ist, daß der Fersenbeinkörper am mächtigsten zunimmt in der stärksten Druckrichtung, das ist im Höhendurchmesser.

Nach den von H. v. Meyer gemachten Entdeckungen der graphischen Statik der Knochen, welche er gestützt auf die Untersuchungen des Mathematikers und Ingenieurs Culmann 1867 veröffentlichte, und die später durch viel-

1) l. c. S. 124, Anmerkung 1.

fache Forschungen Anderer bestätigt sind, zeigen die im schwammigen Teile der Knochen sich kreuzenden feinen Bälkchen eine derartige Anordnung, daß sie einer Inanspruchnahme durch Zug und Druck möglichst gut Stand zu halten vermögen.

Stehen wir mit einem Fuße auf der Erde (s. Meyer, l. c. p. 41), so berührt das Fersenbein mit seinem vorderen Ende das Würfelbein und mit seinem hinteren Punkte den Boden. Es ist klar, daß der diesen Knochen treffende Belastungsdruck sich von seiner oben befindlichen Einwirkungsstelle A aus nach vorn und hinten auf die ge-

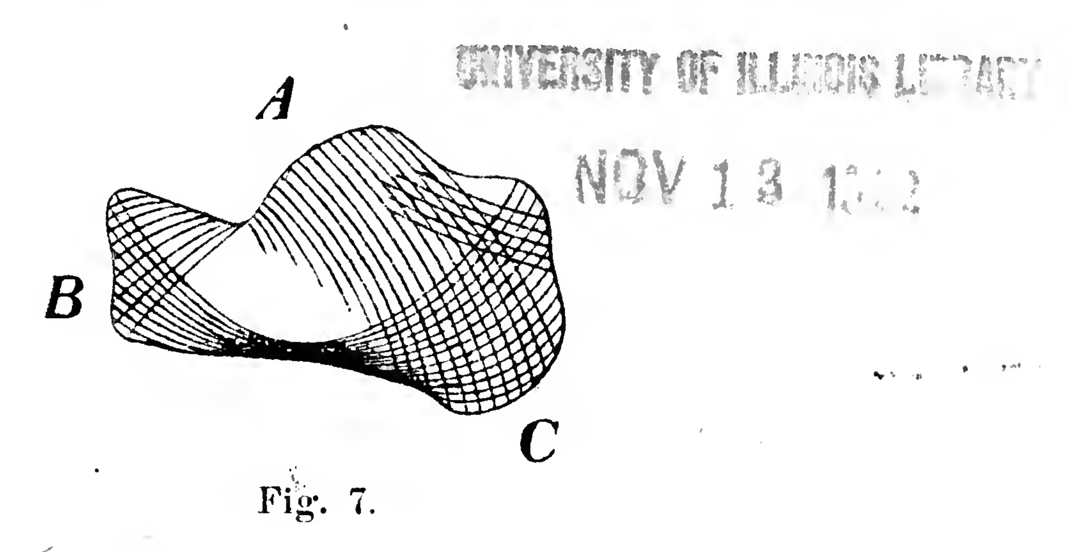


Fig. 7.

nannten Stützpunkte (B und C) fortpflanzt. Sie müssen vom Boden bezw. vom Würfelbein, das den Druck des Bodens auch auf das Fersenbein überträgt, einen Gegendruck empfangen, welcher mit dem im Knochen wirkenden Gewölbedruck zusammen diejenige Resultirende liefert, welche als Horizontalschub bezeichnet wird. Der obere Teil des Knochens wird in der Richtung von der Belastungsstelle nach beiden Stützpunkten hin eine Druckwirkung erleiden, die ihn nach beiden Richtungen zu komprimieren sucht. Der Horizontalschub dagegen hat das Bestreben, die unteren Teile zwischen den Stützpunkten auseinander zu zerren, so daß in diesen eine Zugwirkung sich geltend macht, welcher die absolute Festigkeit der Substanz zu widerstehen hat. Zwischen den drei Richtungen AB, BC, AC muss sich ein neutraler, dreieckiger Raum befinden, und als Schema des ganzen Bildes stehen

zwei dachstuhlartig miteinander verbundene Balken da, zwischen deren auf dem Boden stehenden Fußpunkten ein Streckband zur Hemmung des Horizontalschubes angebracht ist. Das gleiche Bild liefert eine Trittleiter, deren beide Teile an ihrem unteren Ende durch eine das Auseinanderrutschen hemmende Kette oder Eisenstange verbunden sind. Untersucht man nun den Knochenschwamm im Fersenbein, so erkennt man, daß er aus drei Systemen sich durchdringender, feiner Knochenlamellen besteht, die nach den oben angegebenen Druck- und Zugrichtungen angeordnet sind. Zwei dieser Systeme, die von A nach B und C verlaufen, gehen von der Belastungsfläche aus, auf welche das Körpergewicht drückt. Das erste System verläuft bei C gegen die Berührungsfläche mit dem Boden, das zweite bei B gegen die Berührungsfläche der vorderen Spitze des Fersenbeines mit dem Würfelbein, das in statischer Beziehung die vordere Fortsetzung des Fersenbeines gegen den Boden bildet. Das dritte von B nach C verlaufende System besteht im mittleren Teil der unteren Fläche des Fersenbeins aus dicht zusammengedrängten Lamellen, die aber in den beiden Endpunkten B und C selbst nach oben divergent auseinandertreten. Die erstgenannten zwei Systeme stellen die Sparren dar, welche die Körperlast aufnehmen, das dritte System ist das Streckband, das den Horizontalschub hemmt und zugleich den Gegendruck des Bodens direkt aufnimmt. Die ersten zwei Systeme widerstehen der Kompression, das dritte der Dehnung. Alle drei sind in der Richtung der Druck- und Zugkurven angelegt, welche die graphische Statik zur Bezeichnung der Widerstandsrichtungen in den Durchschnitt des Fersenbeins einzeichnen würde. An der Stelle, welche als neutraler, dreieckiger Raum A B C zwischen den Sparren und dem Streckband liegt, fehlt die Schwammmasse ganz oder ist nur in Gestalt von spinnwebeartigen, feinen Fäden vorhanden, die eine weitere mechanische Bedeutung nicht haben können, als etwa das Mark zu stützen. An dieser Stelle würde die graphische Statik

keine oder nur ganz vereinzelte und zerstreute Kurven gezeichnet haben, weil es eine Stelle ist, die keine nennenswerte Belastungen durch Druck- und Zugwirkungen erfährt.

So enthält das Fersenbein möglichst wenig Knochensubstanz bei möglichst grosser Leistungsfähigkeit. Die feste Knochenmasse findet sich ja nur dort, aber auch immer dort, wo Leistungsansprüche an sie gemacht werden, während sie überall da auch wirklich fehlt, wo sie nicht gebraucht wird. Die auf dem unteren Blätterzug auseinander gedrängten Blättchen bilden an dieser Stelle eine kompakte Häufung von Knochensubstanz, die man gewöhnlich als „harte Knochenmasse“ bezeichnet. Die harte Substanz findet sich also überall da, wo die Belastungskurven sehr konzentriert verlaufen.

Außer Meyer und Culmann haben bekanntlich Wolff, Roux[1]) und andere unsere Erkenntnis für die Knochengestaltung des Menschen durch mechanische Einflüsse und für die funktionelle Anpassung gefördert.

Wie wenig Substanz die Natur zur Erreichung großer Festigkeit benutzt, wie unzählich viele kleine Räume in der Knochensubstanz des Menschen sind, daß eigentlich Knochensubstanz nur in sehr geringer Menge übrigbleibt, wird neuerdings durch Injektion dieser mit Wood'schem

1) Roux, Wilhelm, Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen. 2 Bde. Leipzig 1895.

So H. v. Meyer, Die Architektur der Spongiosa. Reicherts und du Bois Reymonds Archiv, 1867.

J. Wolff, Über die innere Architektur der Knochen usw. Virchows Arch. Bd. 50. 1870.

H. Wolfermann, Beitrag zur Kenntnis der Architektur der Knochen. Reicherts und du Bois Reymonds Archiv, 1872.

T. Zajer, Sur l'Architecture des os de l'homme, 1873.

Chr. Aeby, Zur Archit. des Spong. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1873.

P. Langerhaus, Beiträge zur Archit. d. Spong. Virchows Archiv Bd. 61, 1874.

Metall veranschaulicht. Denn wird sie an solchen Präparaten chemisch gelöst, so zeigt die zurückbleibende Metallmasse fast die Form und den Umfang der Knochen selbst.

Das Sprungbein bildet, wie bereits oben erwähnt, den Scheitel des sagittalen Fußgewölbes und überträgt auf diesen die ganze Last des aufrechten Körpers. Es liegt wie ein knöchernes Verbindungsglied von großen Dimensionen zwischen dem Unterschenkel und dem übrigen Fuße und bildet nach oben wie nach unten den Vermittler verschiedener Bewegungsrichtungen; nach oben: der Hauptbewegung des Fußes, der Plantar- und Dorsalflexion, nach unten: vorzüglich der Pronation und Supination. Der Astragalus ist demnach ein Knochen von allergrößter Bedeutung für den Bau und Mechanismus des Fußskelettes. Ihm vornehmlich verdanken wir auch die Möglichkeit und die charakteristische, spezifisch menschliche Bewegungsfähigkeit des Fußes, ihn nämlich senkrecht von der Hauptachse des Beines abbiegen zu können, ähnlich wie die starke Streckung im Kniegelenke nur dem Menschen ermöglicht ist.

Am Sprungbein inseriert keine Sehne; nur durch Bandmassen und Knochenvorsprünge wird es in seiner Lage festgehalten. Es liegt innerhalb eines Hohlraumes, dessen Wandung teils aus Knochen, teils aus Bandmassen zusammengesetzt wird (Ligamentum calcaneo-naviculare plantare et interosseum, Ligamentum talo-calcaneum interosseum). Zwei Drittel der Oberfläche des Talus sind überknorpelt. Das Sprungbein artikuliert in der Regel mit vier Knochen durch 7 oder 6 Fazetten; 2 davon sind für die Tibia bestimmt, je eine für den Malleolus fibulae und das Kahnbein, und drei für das Fersenbein. Der „Körper“ des Sprungbeines ist der Träger der Talusrolle, die in der Gabel der Unterschenkelknochen artikuliert und die Hauptbewegung des Fußes: die Plantarflexion (Streckung) und die Dorsalflexion (Beugung) vermittelt.

Die Rolle des Sprungbeins liegt beim Erwachsenen durchaus nicht in allen Fällen rein horizontal, sondern sehr

häufig schräg: der äußere Rollenrand steht höher als der innere (bis 5 mm). Dieses Verhalten ist nach Lazarus ein Überrest der embryonalen Form. Die Umwandlung in dem Embryonalstadium besteht hauptsächlich in einer Drehung des Talus nach außen und ist bedingt durch die Bewegungsänderung im Sinne der Supination. Daraus ergibt sich das Bild eines Schraubengelenkes. Der äußere Rollenrand ist höher als der innere, beide jedoch erhaben und zwischen beiden eine tiefe Kehlung. In dieser gleitet nun das Tibia-Ende mit einer kongruenten Erhabenheit. Die Tibia spielt die Rolle einer Schraubenmutter, in welcher sich der Talus bei seinen Bewegungen um die schief von außen nach innen und unten verlaufende Achse auf und ab bewegt. Der mechanische Vorteil dieses Schraubencharniers besteht darin, daß durch das Hineingreifen des Tibia-Endes in die Kehlung der Talusrolle eine gewisse Sicherheit des Gelenkes hergestellt und die seitliche Verschiebung dadurch verhindert wird. Ein zweiter Vorteil ist der, daß sowohl bei der Beugung als bei der Streckung der Fuß sich nicht einzig und allein in der Richtung des Unterschenkels bewegt, sondern daß er nach innen bezw. nach außen ablenkt und dadurch der Spielraum der Bewegung vergrößert wird. Ein weiterer Vorteil des Schraubengelenkes gegenüber einem reinen Ginglymusgelenk besteht nach Langer[1]) in einer Sparung an Muskelkraft bei gleicher Exkursion der Bewegung. Langer hat die schiefe Gangrichtung des Sprunggelenkes als typische Form für den Menschen und die Säugetiere nachgewiesen.

Nach ihm kommt eine reine und ganz ausschließliche „Scharnierbewegung“ in den Gelenken, von der man so häufig liest und hört, beim Menschen streng genommen niemals vor, am nächsten noch im Fußgelenk, ebensowenig die Bewegung einer mathematisch genauen Kugel in der

1) K. Langer, Über das Sprunggelenk der Säugetiere und des Menschen. Denkschrift der Kaiserl. Akad. der Wiss. in Wien, Math.-naturw. Klasse Bd. XII, 1856.

Pfanne, wie wir das besonders beim Oberschenkel hervorheben müssen. Was bei oberflächlicher Betrachtung an einen Zylinder erinnert, erscheint bei näherer Untersuchung als Element einer Schraube oder Schraubenmutter. Kugel und Pfanne in den Kugelgelenken stellen sich als Teile kongruenter aber verwickelt gebauter Rotationsellipsoide heraus. Immerhin darf man von Scharnier- und Kugelgelenken sprechen, wenn man daran erinnert, daß diese Bezeichnungen nichts geben wollen als oberflächliche Orientierungen über in Wahrheit verwickeltere Gelenkeinrichtungen.

Als allgemeines Gesetz für die Gelenkformen spricht Langer aus, daß alle im menschlichen Körper sich findenden Gelenke, die eine größere Beweglichkeit zeigen, durch das Zusammentreffen von Schrauben- und Rotationsflächen oder vielmehr von Stücken solcher Flächen gebildet werden, wobei noch zu bemerken ist, daß die Rotationsflächen spezielle Fälle von Schraubenflächen sind, nämlich solche Schraubenflächen, bei denen die Höhe des Schraubenganges gleich Null ist [1]).

Um sich volle Klarheit zu verschaffen über die Bedeutung des menschlichen Fußes, ist es auch von Wichtigkeit, die terminale Abteilung der hinteren Extremität der Anthropoiden im Vergleich zu ziehen. Entschieden ist sie dem der vorderen in mancher Hinsicht ähnlich, gemäss der anatomischen Einheit des Gliedmaßenskelettes bei den Vertrebraten. Aber bezüglich der physiologischen und anatomischen Erklärung stoßen wir in der Literatur auf eine große Meinungsverschiedenheit. Bekanntlich endet nach Huxley [2]) die hintere Gliedmaße des Gorilla in einen wahren Fuß, den er wegen seiner großen Beweglichkeit im Allgemeinen und besonders derjenigen der großen Zehe Greiffuß nannte. Dagegen wendet sich K. E. von Bär,

1) Siehe Ranke, Der Mensch I. Bd. 1886, S. 414.

2) Zeugnisse usw. S. 104 und A Manuel of the Anatomy of vertebrated Animals (London 1871) S. 481.

der die Affenfußbildung als Modifikation eines Kletterfußes oder eines greifenden Gliedes, d. h. einer Hand, nicht aber als Modifikationen eines festen, den ganzen Rumpf auf dem Boden tragenden Fußes, wie er beim Menschen vorhanden ist, ansieht. „Die Zehen des Gorilla zeigen deutlich die Form einer Hand, indem die große Zehe wie ein Daumen absteht, die übrigen Zehen aber nach der äußeren Seite gedreht sind. Die Fußwurzel ist beim Gorilla verkürzt, der Fersenhöcker ist nach innen gekrümmt. Die einzelnen Knochen des Fußes vom Menschen finden sich allerdings in der Hinterhand des Gorilla wieder, aber es ist ein ganz anderes Organ geworden, ein Organ zum Greifen, d. h. eine Hand. Es ist diese letztere aus denselben Elementen gebildet wie der Fuß des Menschen, aber zu einem anderen Organ.“

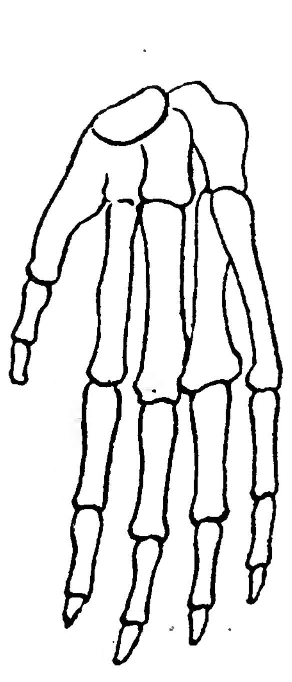
Hartmann[1]) hält auch die Bezeichnung der Affen als Vierhänder für unberechtigt und wählt die Benennung „Greiffuß“ statt hinterer Hand, besonders wegen des geringen Grades von Rotationsfähigkeit der hinteren Extremität der Affen.

Die Bezeichnung wäre gleichgültig, wenn nur nicht in physiologischer Hinsicht die Bedeutung der Hinterhand herabgesetzt und durch Huxley u. a., wie Broca, entwicklungsgeschichtlich einseitig ausgenutzt wäre. Unter dem Einflusse der Ideen der Deszendenzlehre hat mancher Forscher gestanden, besonders in der Zeit des heftigen Streites. Volkov[2]) verdächtigt Lucae, der Linné's Benennung „Quadrumana“ beibehalten möchte, daß Lucae die Überlieferungen der alten Schule gegen Lamarck und Dawin verteidige. Auch Hervé protestierte gegen diesen „zoologischen Skandal“. Später (1889) trat Schaaffhausen, der bekannte Verteidiger der Deszendenzlehre, auf die Seite Lucae's. Da die überraschende Ähnlichkeit des Fußskelettes der Anthropoiden mit der Hand derselben zu

1) Die menschenähnlichen Affen. 1883, S. 138.

2) Variations squelletiques du pied usw.

einem Vergleich herausfordert, so habe ich dieses Organ an den mir zur Verfügung stehenden Skeletten einer genauen Beobachtung unterzogen. Es muss zugegeben werden, daß das Fußgelenk in allen Teilen schmächtiger ist, daß die Teile mehr auseinandergerückt sind. Dafür sind aber die Metatarsen und die Phalangen in ihren Längenverhältnissen den Metakarpen und Fingergliedern auffallend ähnlich. Demgegenüber ist der Fuß des Menschen als echter Fuß gekennzeichnet durch Charaktere, die, wie wir oben kennen gelernt haben, in der eigentlichen Stellung seiner knöchernen Komponenten beruhen.



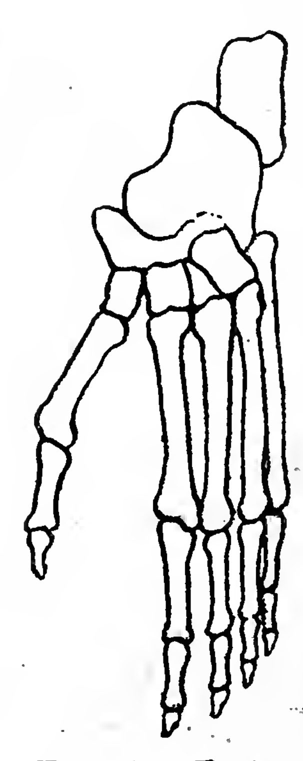


Fig. 8. Hand Fig. 9. Fuß
des Gorilla.

Die hintere Extremität der Anthropoiden funktioniert als Stütze des Körpers und zugleich, wie die Hand, zum Ergreifen und zum Klettern, die große Zehe steht wie ein Daumen ab, und die übrigen sind nach außen gedreht. Man könnte sowohl von einem handähnlichen Fuße als von einer fußähnlichen Hand sprechen. Eine wirkliche Hand besitzt einen höheren Grad von Rotationsfähigkeit. Deshalb ist die Linné'sche Bezeichnung Quadrumana nicht glücklich gewählt. Im Gegensatz zu dem ihm ähnlichen, aber doch vom menschlichen durch die verschiedenen

Größenverhältnisse der einzelnen Teile deutlich unterschiedenen Fuße, der bei den Affen als Greiforgan mit seiner größeren Beweglichkeit der großen Zehe funktioniert, dürfte die Berechtigung der Benennung „Greiffuß“ anzuerkennen sein. Der Affenfuß kann sich leichter um seine Längsachse herumdrehen und dadurch eine Einwärtsstellung beim Klettern annehmen. Tafel 76, Fig. 10 des Bilderatlas „Vom Urtier zum Menschen“ von Konrad Günther bildet einen menschlichen Embryo mit freigelegter Muskulatur ab, an dem die starke Einwärtsdrehung des Fußes bemerkbar ist, die an die Stellung eines an einem Baum heraufkletternden Tieres erinnert. Diese Stellung, die für den Embryo normal ist, kann von Erwachsenen nur mit der Hand nachgemacht werden (l. c. S. 117).

Der Unterschenkel.

Aitken, Note on the Variations of the Tibia and Astragalus. Journ. Anat. Physiol. London. Vol. 39. S. 489. 1905.

Bloch, Ad., La grosseur du mollet comme caractère anthropologique. Bull. et mém. de la Soc. d'anthrop. de Paris. 1909, Bd. XII, S. 87/96.

Brachet, Sur l'incurvation en arrière de la tête du tibia chez le foetus humain et le nouveau-né. Ann. Soc. méd. chir. Liège Ann. 39, S. 240.

Broca, Sur les crânes et les ossements des Eyzies. Ball. de la Soc. d'anthrop. de Paris. 1868. Sér. II, t. III, p. 363.

Bumüller, Die Entwicklungstheorie und der Mensch. 1907.

Le Damany, La torsion du tibia normale, pathologique, expérimentale. Journ. de l'Anat. et de la Physiol. 1909, vol. 45, p. 598–615.

Fraipont, Le tibia dans la race de Néandertal. Rev. Anthrop. Sér. 3, t. 3, S. 145.

Gegenbaur, Über die Malleoli der Unterschenkelknochen. Morph. Jahrb. v. Gegenbaur, Bd. 12 (1886) p. 306.

Glaesner, Untersuchung über die Flexorengruppe am Unterschenkel und Fuß der Säugetiere, Morph. Jahrb. von Gegenbaur, Bd. 38, p. 36–92.

Hirsch, H., Die mechanische Bedeutung der Schienbeinform. Mit besonderer Berücksichtigung der Platyknemie. Ein Beitrag zur Begründung des Gesetzes der funktionellen Kno-

chengestalt. Mit einem Vorwort von Prof. Dr. Rudolf Virchow. Berlin 1895 (Springer) 128 S.

Hrdlička, Study of the Normal Tibia. Proc. 11th Ann. Sess. Ass. Amer. Anat. S. 61 u. Am. Anthropol. vol. 11, S. 307.

Klaatsch, Über die Variationen am Skelett der jetzigen Menschheit und ihrer Bedeutung für die Probleme der Abstammung und Rassengliederung. Korr.-Bl. deutsch. Ges. Anthrop. 33, 1902, S. 133ff.

— Die wichtigsten Variationen am Skelett der freien unteren Extrem. des Menschen und ihre Bedeutung für das Abstammungsproblem. Merkel und Bonnets Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte X. Bd. 1900, S. 599ff.

— Die Fortschritte der Lehre von den fossilen Knochenresten des Menschen in den Jahren 1902—1903. Ergebnisse der Anatomie Bd. XII, S. 545—651.

— Vorträge auf dem Anatomenkongreß in Bonn 1901. Anthrop. Kongreß in Metz 1901 und Dortmund 1902.

Kuhff, De la platycnémie dans les races humaines. Rev. Anthrop. Sér. 2, t. 4, S. 255, 1881.

Lockwood, C. B., The use of the fossa at the lower end of the fibula. British medical journal Nr. 1295, p. 791.

Manouvrier, L., La platycnémie chez l'homme et chez les singes. Bull. Soc. Anthrop. Paris. Sér. 3, t. 10, S. 128. 1887.

— Mémoire sur la platycnémie chez l'homme et chez les anthropoides. Mém. Bull. Soc. Anthrop. Paris. Sér. 2, t. 3, S. 469. 1888.

— Etude sur la rétroversion de la tête du tibia et l'attitude humaine à l'époque quatermaire. Mém. Bull. Soc. Anthrop. Paris. Sér. 2, t. 4, S. 219, 1893.

Marangoni, Matteo E., Ricerche sul perone. Archivio Anthrop. Vol. 37, S. 305—320, 1907.

Messerer, Über Elastizität und Festigkeit der menschlichen Knochen. Stuttgart 1880.

Mikulicz, J., Über individuelle Formdifferenzen am Femur und an der Tibia des Menschen. Archiv f. Anat. und Physiol. Anat. Abt. 1878, S. 351—404.

Retzius, Gustav, Über die Aufrichtung des fötal retrovertierten Kopfes der Tibia beim Menschen. Zeitschr. f. Morph. u. Anthrop. v. Schwalbe Bd. 2, 1900.

Thomson, A., The influence of posture on the form of the articular surfaces of the tibia and astragalus in the different races of man and the higher apes. The journal of anatomy and physiology. Vol. 23, 1889 und 24, 1890.

Vallois, M., Considération sur la forme de la section transver-

sale du tibia chez les Lémuriens, les singes et l'homme. Bull. et Mém. Soc. d'Anthrop. Paris 1912. Sér. 6, t. 3, S. 248—291.

Wright, W., The Human Fibula, its Adaptation to the Erect Posturo. Journ. Anat. Physiol. London. Vol. 39 (N. S. vol. 19), Proc. Anat. Soc. S. XXX.

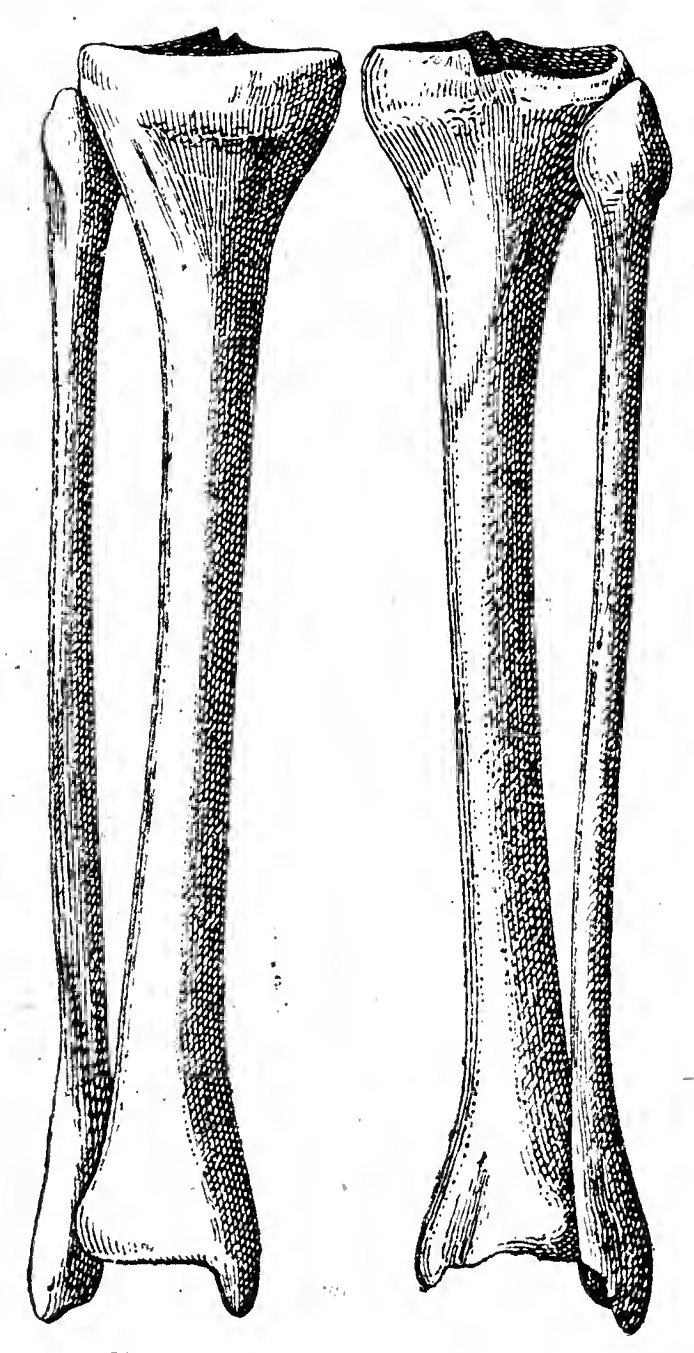


Fig. 10. Von vorn. Fig. 11. Von hinten.

Da das Wesentliche des menschlichen aufrechten Ganges darin besteht, daß der Mensch ohne Gebrauch der Arme zur Stütze oder Balanze in der Weise auf den Füßen geht, daß, abgesehen von der senkrechten Richtung ihrer

Längsachse zur Standfläche Rumpf, Ober- und Unterschenkel gleichsam in einer Linie liegen, so muß der letztere am Fuß ganz besonders festen Halt haben. Wie der Fuß ist auch die Tibia zum aufrechten Gange wohl ausgebildet. Aber in dem Grade, wie die Charaktere des menschlichen Oberschenkels hervorstechen, treten die Eigentümlichkeiten der Tibia nicht auf. Während im Oberschenkel des Menschen nur ein einziger absolut menschlicher Charakter, der der größten Länge im Vergleich mit der Gesamtlänge des Körpers liegt, hat der Mensch im Unterschenkel keine einzige positive Eigenschaft vor den anderen Vertebraten voraus, anders ist es mit der Muskulatur. Da das Tragen und die Fortbewegung des Körpers nur von zwei Gliedmaßen bewirkt wird, so müssen diese verhältnismäßig starke Muskeln haben. Schon im Altertum wußte man, daß der Mensch allein wahre Waden[1] besitzt, daher der Ausspruch: bestiae non est sura.

Da die Kraft der bedeutend entwickelten Muskeln (musculus tibialis anterior et posterior) das Schienbein lateralwärts auszubiegen bestrebt ist und die stärkeren in sagittaler Ebene einwirkenden Kräfte eine Ausbiegung abwechselnd nach vorn und nach hinten erstreben, bietet die Dreiecksform ein möglichst großes Widerstandsmoment und einen Querschnitt von gleicher Festigkeit. Eigentlich müßte der Funktion der Tibia ein mehr elliptischer Querschnitt entsprechen. Deshalb behauptet auch Roux, daß die Tibia keine rein funktionelle Gestalt aufweist, sondern daß diese dem Drucke der anliegenden Muskeln unterliegt.

Demgegenüber führt Hirsch[2]) den Beweis, daß die an den beiden Gelenkflächen angreifenden Druckkräfte und die von den Ansatzpunkten der Muskeln und Bänder

1) Adolphe Bloch: La grosseur du mollet comme caractère anthropolique. Bull. et Mém. de la Soc. d'anthrop. de Paris. 1909. Bd. XII, S. 87/96.

2) Die mechanische Bedeutung der Schienbeinform. Berlin, Springer, 1895.

aus einwirkenden Zugkräfte die Gestalt der Tibia verändern, nicht aber die den Druck anliegenden Weichteile, die nicht-funktionellen. Weder die Muskeln noch ihre Endsehnen sollen bei dem Wachstum, auch nicht bei der Tätigkeit, eine besondere Druckwirkung gegen die Knochen ausüben.

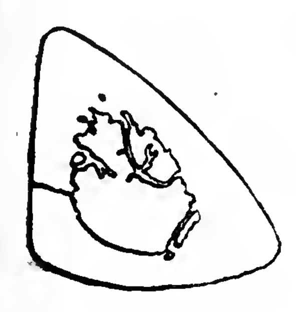


Fig. 12. Von der Grenze des unteren Drittels.

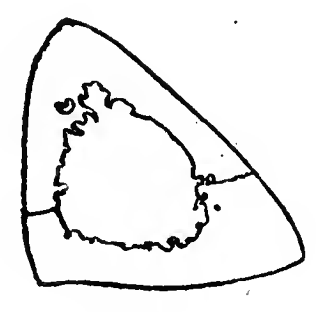


Fig. 13. Aus der Mitte.

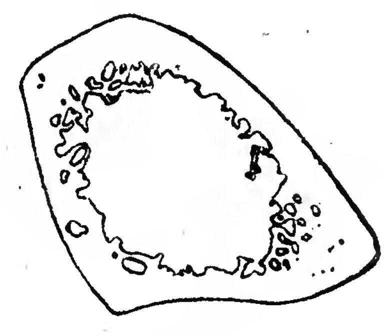


Fig. 14. Von der Grenze des oberen Drittels.

Querschnitte eines gewöhnlichen Schienbeins.

Hirsch sucht zu beweisen, daß die einem rechtwinkligen Dreiecke sich nähernde Querschnittsform des Schienbeines in dem distalen Teile seines Schaftes für die beiden Ebenen der physiologischen Biegung, die frontale und die nahezu sagittale, ein möglichst großes Widerstandsmoment und zugleich gegenüber der in der frontalen Ebene konstant lateralwärts erfolgenden Biegungsbeanspruchung einen Querschnitt von gleicher Festigkeit bietet. Denn wie der Balken mit rechteckigem Querschnitt eine größere Tragfähigkeit besitzt, wenn er auf die hohe Kante gestellt ist, so muß auch die Festigkeit des Schienbeins bei Biegung in frontaler oder sagittaler Richtung eine größere sein, als bei Biegung in jener schrägen Richtung, über die vordere mediale Fläche. Allerdings gibt er zu, daß der Querschnitt für einen solchen Zweck nicht notwendig gerade diese Dreiecksform zu besitzen braucht. Vallois hat kürzlich (1912) ebenfalls festgestellt, daß der dreieckige Querschnitt mit kräftig entwickelten Muskeln einhergeht, wobei der M. tibialis anterior etwas überwiegt.

Eine zweite Eigentümlichkeit der Schienbeinform, der proximalwärts und zwar hauptsächlich zugunsten des Tiefendurchmessers erfolgenden Umfangszunahme des Schienbeinquerschnittes wird von ihm nach den Lehren der Mechanik bezüglich der „Körper von gleicher Biegungsfestigkeit" so gedeutet, daß sie dem Schienbein gegenüber der erfolgenden sagittalen Biegungsbeanspruchung die Eigenart eines Körpers von gleicher Biegungsfestigkeit verleiht.

So scheinen also lediglich funktionelle mechanische Wirkungen, die an den beiden Gelenkflächen angreifenden Druckkräfte und die von den Ansatzpunkten der Muskeln und Bänder aus einwirkenden Zugkräfte, die Form der Tibia zu beeinflussen.

Je nach der verhältnismäßigen Größe der Muskeln geben sie dem Querschnitt des Knochens die Form, ähnlich wie sich das bei den Metatarsen zeigt, deren Durchschnitt dreieckig ist. Hrdlička findet häufiger bei der weißen Rasse einen Querschnitt eines gleichseitigen Dreiecks, dagegen bei den Indianern und Negern einen mit konkaven Seiten oder mit vierseitigem Querschnitte.

Der Unterschenkel muß am Fuße, aber ganz besonders am Kniegelenk, einen festen Halt haben. Daß Verschiebung verhindert wird, erfolgt dadurch, daß die Tibia in der Kondyle des Femur sich nur in einer Schwingungsebene durch die Kniegelenkbänder gespannt, bewegen kann. Wenn nun auch die aktive Flexion im Knie zwangsläufig verläuft, so ist doch diese Zwangsläufigkeit keine ganz strenge. Die feste Verbindung des Unterschenkels mit dem Fuße wird durch Verlängerung eines Malleolus begünstigt. Auch die Einrichtung, bei welcher die breitere Strecke der Artikulationsfläche des Talus zwischen beide Malleoli eingestellt wird, knüpft sich an die Erwerbung der aufrechten Stellung des Körpers.

Gegenbaur hat auf die Verschiedenheit der Malleoli des Menschen im Foetalzustande von denen des Erwachsenen und somit auf die Verschiedenheit des Bewegungsmechanis-

mus im Talocrural-Gelenke hingewiesen. Der Malleolus tibialis soll ursprünglich viel bedeutender sein als jener der Fibula, den er überragt. Vom 7. Monate ab beginnt der fibulare Malleolus das Übergewicht zu gewinnen, indem er bedeutender distal sich entfaltet. Das primäre Verhalten hält Gegenbaur für einen atavistischen Fund; denn er entspricht jenem, welcher bei Affen und bei Halbaffen zu beobachten ist.

Für den Mechanismus der aufrechten Stellung ist es von großer Bedeutung, daß in ihr sämtliche Gelenke mit Ausnahme des Fußgelenkes nach der einen Seite die Grenze der Beweglichkeit erreicht haben und dadurch festgestellt sind. Außerdem wird eine etwaige Verrückung durch die Körperlast verhindert. Das Bein wird gesteift, ohne daß das Fußgelenk seine volle Beweglichkeit verliert. Es ist dieser Umstand von Wichtigkeit für die Erhaltung des Gleichgewichtes und die sofortige Ausgleichung geringer Störungen desselben.

Die Feststellung des Beines in dieser Weise ohne oder wenigstens mit nur geringer Beihilfe von Seiten der Muskeln ist für das Gehen und Stehen von großer Tragweite. Durch sie wird es zu einem für gewöhnlich leichten und mühelosen Geschäfte; ohne sie wäre es ein ermüdendes und unter Umständen auch wohl bedenkliches Kunststück [1]).

Siehe Bild, Statik und Mechanik des menschlichen Fußes, von H. v. Meyer S. 9.

Die von Klaatsch, Pfitzner und Wiedersheim angestellten anthropologisch wichtigen Betrachtungen über die Variationen am Schienbein belehren uns, daß dieser Knochen nicht nur bezüglich seiner Größe, Form und Struktur großen Schwankungen unterworfen ist, sondern daß auch die Rückwärtslagerung (Retroversion Collignon's [2]) der oberen Gelenkfläche sehr variirt. Es ver-

---

1) Vergl. Aeby, Der Bau des menschlichen Körpers. 1871. S. 330.

2) Revue d'Anthropologie, 2. Folge, Bd. 3, 1880.

bleibt nämlich bisweilen[1]) der Kopf in der Biegung nach hinten, wie das beim Foetus von drei Monaten an die Regel ist.

Bei einzelnen Rassen zeigt sich im Gegensatze z. B. zu den Kaukasiern das Bestehenbleiben dieser gebogenen Form.

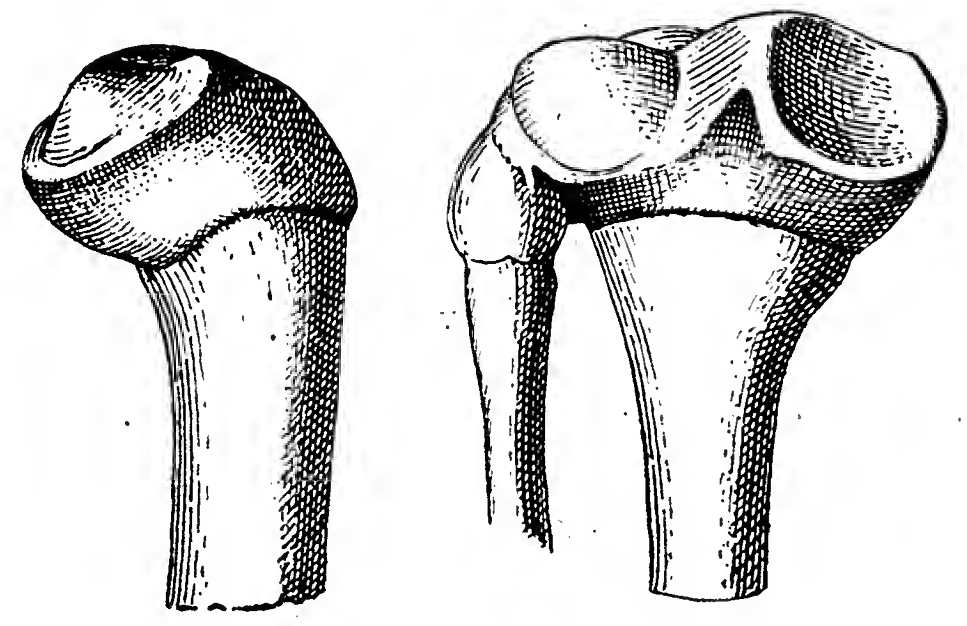


Fig. 15. Von innen. Fig. 16. Von hinten.
Obere Partie der linken Tibia eines menschlichen Foetus aus dem 8. Monat, nach G. Retzius.

Es soll das nach Wiedersheim (l. c. p. 106) auf dem wenig aufgerichteten, mehr affenähnlichen Gange dieser Völker beruhen. Auf eine weitere Variation des Schienbeins macht dieser Forscher aufmerksam, nämlich auf das Auftreten einer Gelenkfazette am vorderen Rande der Gelenkfläche des unteren Endes, wodurch es zu einer Verbindung mit dem Halse des Talus kommt. Auch das soll vorzugsweise bei niederen Rassen vorkommen und mit der eigenartigen Beinstellung zusammenhängen.

---

1) Siehe darüber G. Retzius: Über die Aufrichtung des fötal retrovertierten Kopfes der Tibia beim Menschen, Zeitschr. f. Morph. (Schwalbe) Bd. 2, 1900, und Hürther, Anatom. Studien an den Extremitätengelenken Neugeborener und Erwachsener. III. Das Kniegelenk, Virchows Archiv, Bd. 26, 1863.

Nach Fraipont geht die wahre Axe des aufrechtgehenden Menschen durch den Kopf der Tibia und ist der Torsionswinkel, welcher von der Axe der Tibia und vom Körper gebildet wird, von größter Wichtigkeit zur Unterscheidung der Menschenrassen und der Anthropoiden. Er kommt zu dem bedeutungsvollen Schlusse, daß der Mensch allmählich seit der unteren Quaternärepoche bis zur Jetztzeit die Aufrechthaltung des Körpers gewonnen hat.

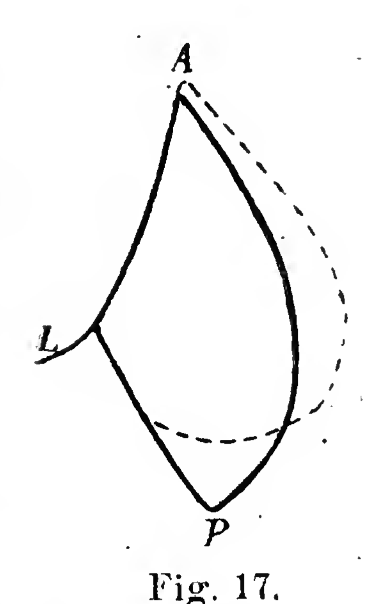


Fig. 17.

Schema der Platyknemie nach Manouvrier.
Die starke Linie: ein sehr abgeplattetes Schienbein (Index 50). Der punktierte Umriß: ein gewöhnliches Schienbein (Index 80).
L lig. interosseum.
A Vordere Kante.
LP Ursprung des Musc tibialis posticus.

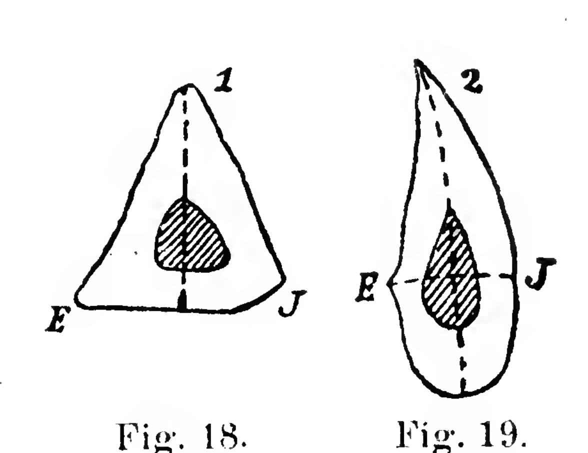
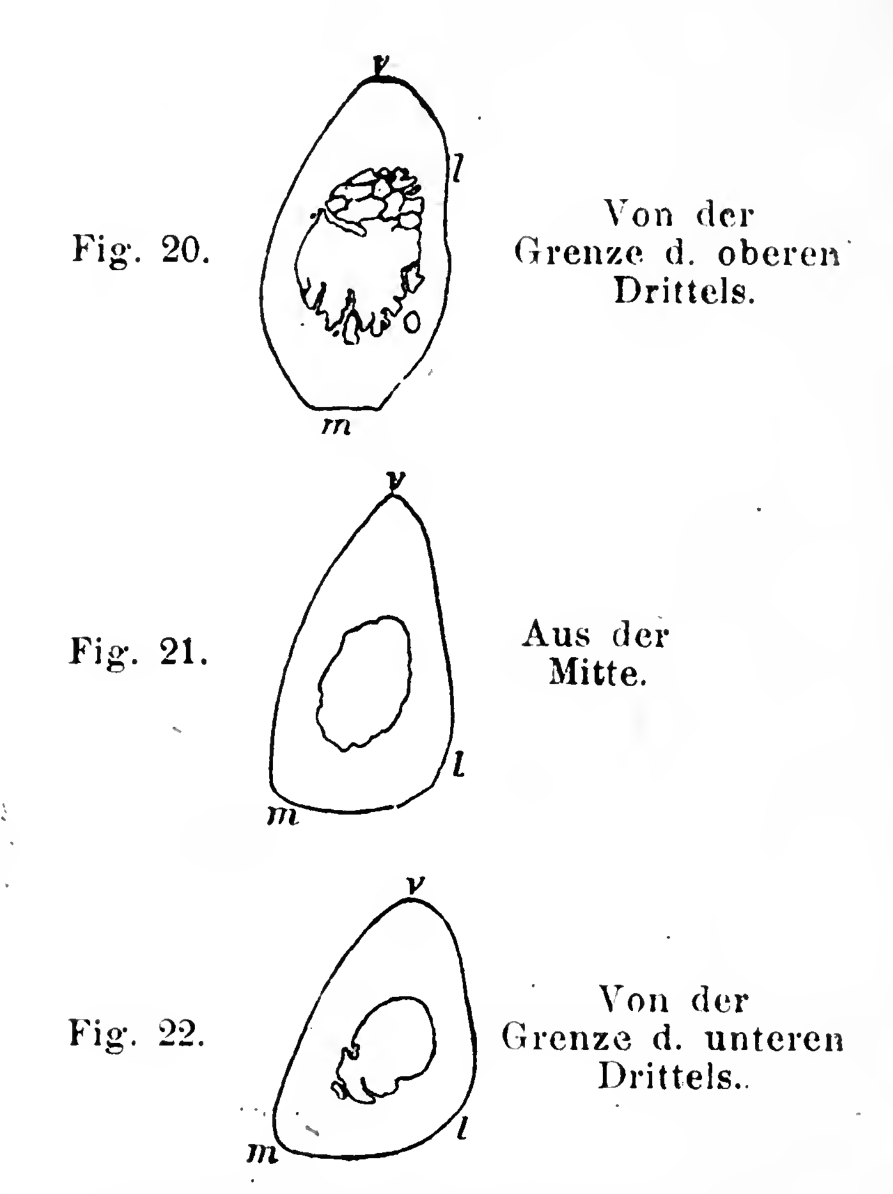


Fig. 18. Fig. 19.

Zwei schematische Schienbeinquerschnitte nach Broca.
1. Vom gewöhnlichen Schienbein.
2. Vom abgeplatteten in der Höhe des Ernährungsloches.
E laterale Ecke
J mediale Ecke.

Nicht nur die Rückwärtsbiegung der Tibia in ihrem proximalen Teile und die konvexe Krümmung des Condylus externus und ovale Querschnittsform des Schaftes im proximalen Drittel werden als Erscheinungen einer gewissen Schwäche des Beines von einigen Forschern angesehen, sondern auch die säbelscheidenartige abgeplattete Formveränderung, die Platyknemie. Aber gegen die

Ansicht, dieser Zustand der Schienbeine stelle das erbliche Merkmal einer niederen Rasse vor („pithekoides“



Querschnitte eines stark platyknemischen Schienbeines eines Negritos der Philippinen. J = 55.
v vordere, m mediale, l laterale Kante des Schienbeines.

Merkmal Broca's[1]), „primitive Bildung“ nach Schaaffhausen)[2]) hat sich zunächst R. Virchow[3]) gewandt:

---

1) P. Broca, Sur les crânes et ossements des Eyzies. Bull. de la Soc. d'Anthropologie de Paris 1868. Sér. II, t. III, p. 363.

2) Korrespondenzblatt der deutschen Gesellschaft für Anthropologie usw. 1882, S. 169.

3) Über Darwin und die Anthropologie. Korrespondenzblatt d. deutsch. Ges. für Anthrop. usw. 1882, S. 87 und Zeitschr. der Ethnologie 1882, Bd. XIV, Verh. S. 481.

„Die besondere Konfiguration der Platyknemie hängt unzweifelhaft zusammen mit einer größeren Entwicklung der Muskeln an den Seiten der Tibia". Während Schaaffhausen[1]) glaubt, daß die Platyknemie mit einem vornübergeneigten Gange jener Menschen zusammenhänge, meint Nehring[2]), vielleicht sei eine hockende Stellung die Ursache, und Manouvrier[3]) hält es zunächst für möglich, daß die Erscheinung eine Folge von vielem Herumklettern auf Bäumen sein könne, schließlich hält er daran fest, daß die Entstehung platyknemer Schienbeine vielem Gehen, Laufen und Springen, dem Tragen schwerer Lasten, dem Gehen auf abschüssigem Terrain zuzuschreiben sei. Diesen Vermutungen gegenüber hat nun Hirsch auf Grund eingehender Versuche die funktionelle Gestalt solches Schienbeines unter Berücksichtigung der Biegungsfähigkeit geprüft und kommt zu dem Schlusse, daß die Schienbeine eines jeden beliebigen Individuums um so schmaler, um so mehr platyknemisch werden müssen, je mehr die Beine zum Gehen, Laufen und Springen benutzt werden; denn die schmaleren Schienbeinformen bedeuten eine Anpassung an gesteigerte Biegungsbeanspruchung in der Ebene des Tiefendurchmessers. Die kräftigere Entwicklung des hinteren Schienbeinmuskels (M. tibialis posticus) hat eine mehr abgeplattete Form des Schienbeins zur Folge. Die beim Oberschenkel zu behandelnde Erscheinung der Kanellierung, d. h. der übermäßigen Ausbildung der Längsrinnen, welche Muskeln zum Ansatz dienen, entsteht in ähnlicher Weise.

Bezüglich der Fibula ist wenig zu sagen. Da ein individueller Schwund derselben beim Menschen in häufigen Fällen beobachtet worden ist (siehe Jahresberichte von

---

1) Ebenda S. 169.

2) Zeitschr. für Ethnologie 1885, Bd. XVII, Verh. S. 253.

3) Mémoire sur la Platycnémie. Mémoires de la Soc. d'Anthropologie de Paris (2) 3, 1888, p. 469.

Hofmann-Schwalbe[1]), so scheint sie ihre Rolle für den Menschen ausgespielt zu haben. Sie liegt außerhalb der Schwerpunktslinie, ihre statischen Leistungen sind unbedeutend. Der Minderung der funktionellen Inanspruchnahme entspricht wohl der allmähliche Schwund. Eigentlich rudimentär ist sie indes noch nicht, denn sie erreicht

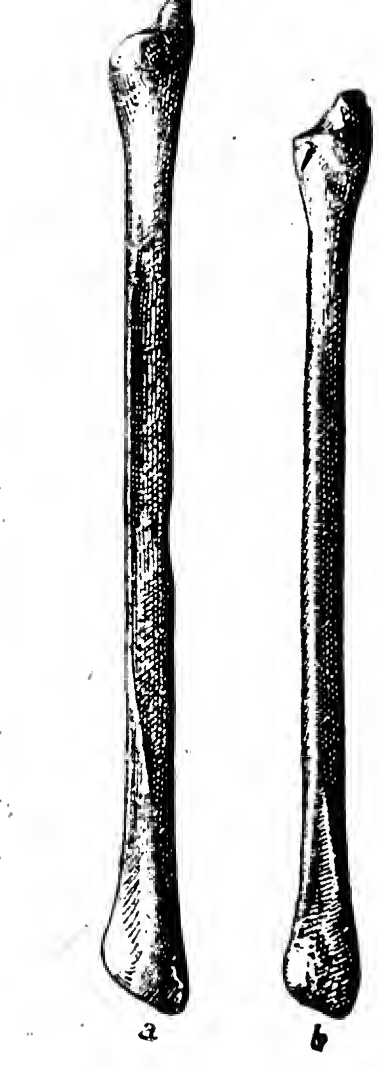


Fig. 23, 24.

Rechte Fibula.
a eines Europäers,
b einer Feuerländerin,
von der medialen Seite aus,
nach Martin, S. 1050.

in der Embryonalzeit kurze Zeit sogar die Ausdehnung und Dicke der Tibia, bleibt aber späterhin in ihrem Wachstume zurück und zeichnet sich im bleibenden Zustande durch ihre bekannte schlanke Form aus. Sie verläuft von oben und hinten nach vorn und unten, indem sie die Längsachse der Tibia in spitzem Winkel kreuzt. Nach oben reicht sie bei den Japanern höher hinauf als

1) Vergl. Mehnert, Kainogenesis als Ausdruck differenter hpylogenetischer Ener.ien. Jena 1897, S. 96.

bei den Europäern, und unten erreicht sie fast den Calcaneus. Klaatsch kommt zu dem Schlusse, daß „offenbar bei den Japanern die Anpassung an den aufrechten Gang in etwas anderer Weise zustande gekommen sei, als bei anderen Menschenstämmen".

Lockwood fand infolge von Untersuchungen an zahlreichen Objekten, daß die Angabe, ein Bündel des Ligamentum lat. am Fußgelenk gehe zur Grube am unteren Ende der Fibula, nur zum Teil richtig sei, und daß die Bedeutung genannter Grube darin bestehe, daß ein hinteres Bündel des Ligamentum lat. an dem unteren Teile der Grube sich begebe, nahe der Spitze des äußeren Knöchels; daß der obere Teil hingegen zur Aufnahme des Randes während der Streckung des Fußes diene.

Der Oberschenkel.

Anthony et Rivet, Contribution à l'étude descriptive et morphogénique de la courbure fémoral. Ann. Sc. nat. 1907. Sér. 9, t. 6, S. 221.

Bello y Rodriquez, Sur quelques variations morpholiques du fémur humain. Anthrop. t. 19, S. 437, 1908.

— Le fémur et le tibia chez l'homme et les athropoides. Paris 1909.

Berteaux, Th. Aug., L'humérus et le fémur. Thèse de Lille, 1891.

Bluntschli, Hans, Die Arteria femoralis und ihre Äste bei den niederen katarrhinen Affen, Bd. 36. Gegenbaurs Morph. Jahrb. S. 276—461.

Boncous, Le fémur, étude des modifications squelettiques consécutives à l'hemiplégie infantile. Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthrop. de Paris. 1900. N. S. Bd. II, S. 359.

Brockway, Observations on the fossa capitis and a tubercle in the trochanteric fossa. New-York med. Record 1895.

Bumüller, Das menschliche Femur nebst Beiträgen zur Kenntnis der Affenfemora. Diss. Augsburg 1899.

Charpy, A., Le col du fémur. Bulletin de la societé d'Anthropologie de Lyon. Décembre 1884. Referat (Revue des sciences médicales, t. XXVI, 1885, p. 409).

Damany, P. le, L'adaptation de l'homme à la station debout. Journ. l'anat. et physiol. Année 41, Nr. 2, p. 133—170.

Damany, P. le, La torsion et la détorsion du fémur, Journal de l'Anatomie 1903.

Dollo, Pourquoi l'homme a-t-il perdu le troisième trochanter. Bull. Soc. Anthrop. Bruxelles, t. 7, S. 300.

Gassmann und Strasser, Hilfsmittel und Normen zur Bestimmung und Veranschaulichung der Stellungen, Bewegungen und Kraftwirkungen am Kugelgelenk, insbesondere am Hüft- und Schultergelenke des Menschen. Anatom. Hefte, herausgegeben von Merkel und Bonnet Bd. II, 1893.

Grunewald, J., Über den Einfluß der Muskelkraft auf die Form des menschlichen Femur. Ztschr. orthop. Chirurg., Bd. 30, 1912, S. 551.

Guldberg, Über die Krümmung des Oberschenkels, Intern. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. 1901, Bd. 21, S. 292—298.

Heutzelt, Max, Anatom. Untersuchungen über das distale Ende des Femur. Diss. med. Königsberg 1911.

Hepburn, David, The platymerie, pilastrie and poplitead indices of the race collection of femora in the anatomical museum of the university of Edinburgh. The journal of anat. and physiol. vol. 31, London 1897.

— The Trinil Femur (Pithecanthropus erectus) controsted with the femora of various savage and civilized races. The Journal of anatomy and physiology, vol. 31 (new series vol. 11), part. I, Oct. 1896, p. 1 ff.

Hirsch, Über eine Beziehung zwischen dem Neigungswinkel des Schenkelhalses und dem Querschnitte des Schenkelbeinschaftes. Anat. Hefte Bd. 11, S. 671, 1899.

Houzé, E., Sur la présence du troisième trochanter chez l'homme, Bell. Soc. Anthrop. Bruxelles. T. 2, S. 21, 1883.

Humphry, The Angle of the Neck with the Shaft of the femur at Different Periods of Life and under Different Circumstances. The Journal of Anatomy. Vol. 23 (New series vol. 3) Part. II, January 1889, p. 273—283.

Job, R., Etude de la torsion normale et pathologique du fèmur. Thèse, Lyon 1891.

Klaatsch, Über die Ausprägung der spezifisch menschlichen Merkmale in unserer Vorfahrenreihe. Corr.-Bl. deutsch. Ges. Anthrop. 32, 1901, S. 102 ff.

— Das Gliedmaßenskelett des Neandertalmenschen. Verh. d. Anat. Gesellschaft. Bonn 1901, Bd. 19, S. 121.

— Der kurze Kopf des Musculus biceps femoris und der Tenuissimus. Ein stammesgeschichtliches Problem. Morph. Jahrb. 1900, Bd. 29, 2.

Manouvrier, La Platymérie. Congr. Internat. Anthrop. Arch. préhist. Paris 1892.

— Etude sur les variations morphologiques du corps du fémur dans l'espèce humaine. 1893 Rev. Ec. Anthrop. t. 3, S. 389 et Bull. Soc. Anthrop. Paris Sér. 4, t. 4, S. 111.

Merkel, Fr., Betrachtungen über das os femoris. Virchows Archiv Bd. 59, p. 237.

Michel, Rudolf, Eine neue Methode zur Untersuchung langer Knochen und ihre Anwendung auf das Femur. Phil. Diss. München 1903. Arch. f. Anthr. 1903, N. F. Bd. I, S. 109—122.

Mikulicz, J., Über die individuellen Formdifferenzen am Femur und an der Tibia des Menschen. Arch. Anat. Phys. Anat. Abtlg. 1878, S. 351—404.

Mollison, Th., Über das Lageverhältnis des Femurkopfes zu der Spina ossis ilii anterior superior und der Symphysis ossium pubis mit Rücksicht auf die anthropometrische Messung. Arch. Anthrop. N. Folge Bd. 11, H. 1/2, S. 140—144, S. 1053.

Regnault, Fémur, empreinte iliaque et angle du col. Bull. Soc. Anthrop. Paris, Sér. 5, t. 2, S. 377.

Triepel, Herm., Architekturen der Spongiosa bei abnormer Beanspruchung der Knochen. Anatom. Hefte, Heft 75, 1904.

Turner, William, On M. Dubois Description of Remains Recently Found in Java, Named by him Pithecanthropus erectus. Journal of Anatomy and Physiology. Vol. 29.

de Vriese, Bertha, Zur Anatomie der Patella. Verh. anat. Ges. 32. Vers. Berlin, S. 163—169.

Waldeyer, W., Der trochanter tertius des Menschen nebst Bemerkungen zur Anatomie des Os femoris. Arch. Anthrop. Bd. 12, S. 463, 1880.

Walkhoff, Otto, Das Femur des Menschen und der Anthropomorphen in seiner funktionellen Gestaltung. Korr.-Bl. Anthrop. Ges. Bd. 35, S. 87.

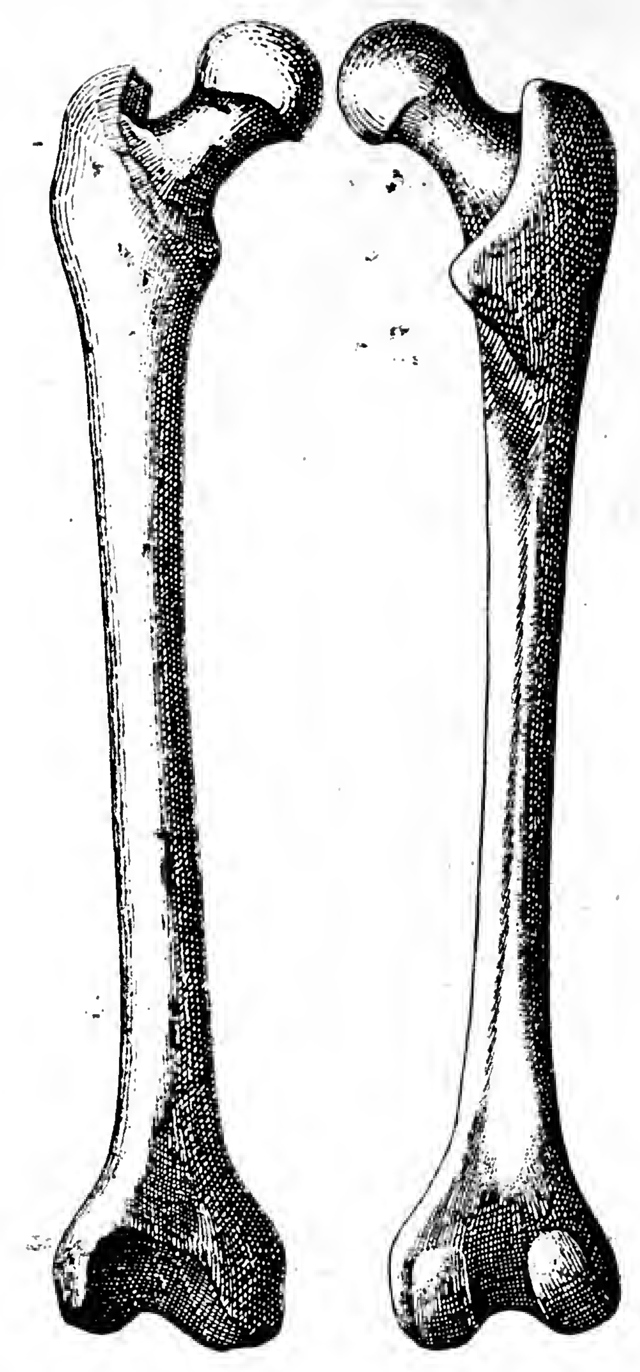


Fig. 25 Fig. 26.

Die beiden Oberschenkelknochen, welche beim aufrechten Gange als Stützsäulen den Körper tragen, müssen beim Menschen eine erhebliche Stärke zeigen. Diese starken Knochen stehen aber auch im kausalen Zusammenhange mit großer Muskelarbeit.

Die Tatsache, dass die Diaphyse hohl ist, hängt mit ihrer Funktion als Tragsäule des Körpers zusammen; denn bei der Beugung muß das Maximum der Druck- und Zugwirkung, der Auseinanderzerrung bzw. Zusammenpressung, an der Peripherie des Zylinders liegen. Hier muß das Baumaterial angehäuft werden, wie die Natur

auch das feste Skelettgewebe der Pflanze in die Peripherie des Stengels verlegt. Bekanntlich werden zweckentsprechend die eisernen Tragsäulen hohl hergestellt.

Da nun aber das fast ausschließlich von vorn nach hinten der beugenden Kraft ausgesetzte Femur gegen eine zu starke Abbiegung nach vorn oder hinten geschützt sein muß, so ist es von großem Vorteil, daß auch in dieser Richtung nach Art des sogenannten I-Balken Verstärkung eingetreten ist. Durch Muskelwirkung wird das Femur seitlich zusammengepreßt, und wird so sein Material nach hinten hinausgeschoben.

Der aufrechte Gang des Menschen erfordert auch eine Einrichtung am Femur zur Verhinderung der Abbiegung. Die Condylen müssen auf ihrer unteren Seite eine möglichst wenig gekrümmte Standfläche darbieten. Für den aufrechten Gang günstig ist auch die Abbiegung der Diaphyse nach vorn, weil dadurch die Standfläche an den Condylen möglichst weit nach vorn, der Region der schwächsten Konvexität verlegt wird. Bekanntlich setzt eine abgebogene Fläche einer beugenden Kraft viel größeren Widerstand entgegen als eine gerade Wand bei gleicher Stärke des Materials.

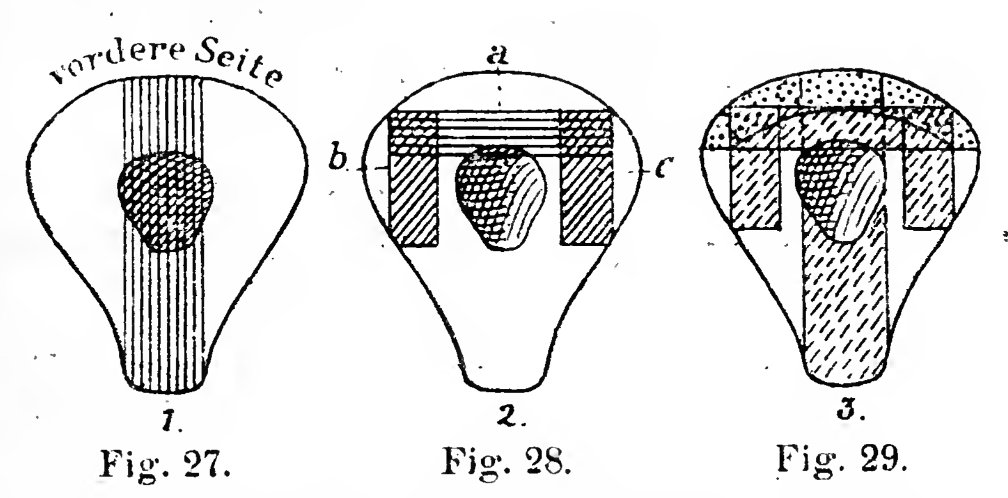


Fig. 27. Fig. 28. Fig. 29.

Einrichtung am Femur zur Verhinderung der Abbiegung (nach Bumüller).

Nach Bumüllers Ausführung (l. c. S. 12) ist noch eine weitere Sicherung vorhanden. Der vordere Teil des Querschnittes bildet zugleich einen liegenden T-Balken mit teilweise solider Füllung oder besser eine Kombination

dreier I-Balken. Wenn die Kraft, welche die Diaphyse nach hinten abbiegen will, sehr groß ist, so könnte der Schaft nicht nur durch Abknickung nach hinten nachgeben, sondern auch seitlich, medial oder lateral, ausweichen. Dies verhindert nun der I Balken a (Fig. 27—29) oder die große Breite der vorderen konvexen Seite. Die I-Balken b und c sind kleinere Hilfsbalken neben dem durch den größten sagittalen Durchmesser gehenden Hauptbalken. Sie sind eine Sicherung gegen die Abbiegung nach vorn und hinten.

Die Sicherung gegen ein Überwiegen der nach hinten beugenden Kraft über die Widerstandsfähigkeit des Femur ist eine fünffache:

vordere Konvexität,
ein I-Balken in transversaler,
3 I-Balken in sagittaler Richtung.

Der nach vorn beugenden Kraft gegenüber ist sie eine dreifache: die drei I-Balken in sagittaler Richtung.

Schließlich ist noch die Dickenzunahme des Schaftes nach unten und die Krümmung des Femur eine mechanisch bedingte Eigenschaft dieser Tragsäule des Rumpfes.

Am Maximum der Angriffsstelle, am unteren Ende des Femur, wo die Wirkung der Kraft dieses einarmigen Hebels den größten Widerstand verlangt, ist der Oberschenkel am dicksten und stärksten.

Durch die Krümmung des Femur kann es allzu großem Drucke etwas ausweichen, hat es die Elastizitätsgrenze erreicht.

Wenn nun diese Biegung für das elastische Federn des Knochens günstig ist, so wird die Biegungsfestigkeit durch sie immerhin etwas vermindert. Um das so entstehende Minus auf das mögliche Minimum zu beschränken, muß der mechanisch schwächste Punkt und damit die Abbiegungsstelle weit oben liegen. Denn der obere Teil des abgebogenen Femur ist ein Hebelarm, der bei übermäßiger Wirkung des auf ihm lastenden Rumpfgewichtes soweit nach unten gebogen wird, daß das Femur am

Drehungspunkt des Hebels, an der Umbiegungsstelle reißt. Diese Wirkung der Körperlast muß also tunlichst verringert werden, und dies geschieht dadurch, daß die Entfernung des unteren Endes des Hebelarmes, also des Knickungspunktes von der Angriffsstelle der Kraft möglichst reduziert wird. So kann das Femur zugleich als biegungsfester Träger und als elastisch federnder Körper funktionieren.

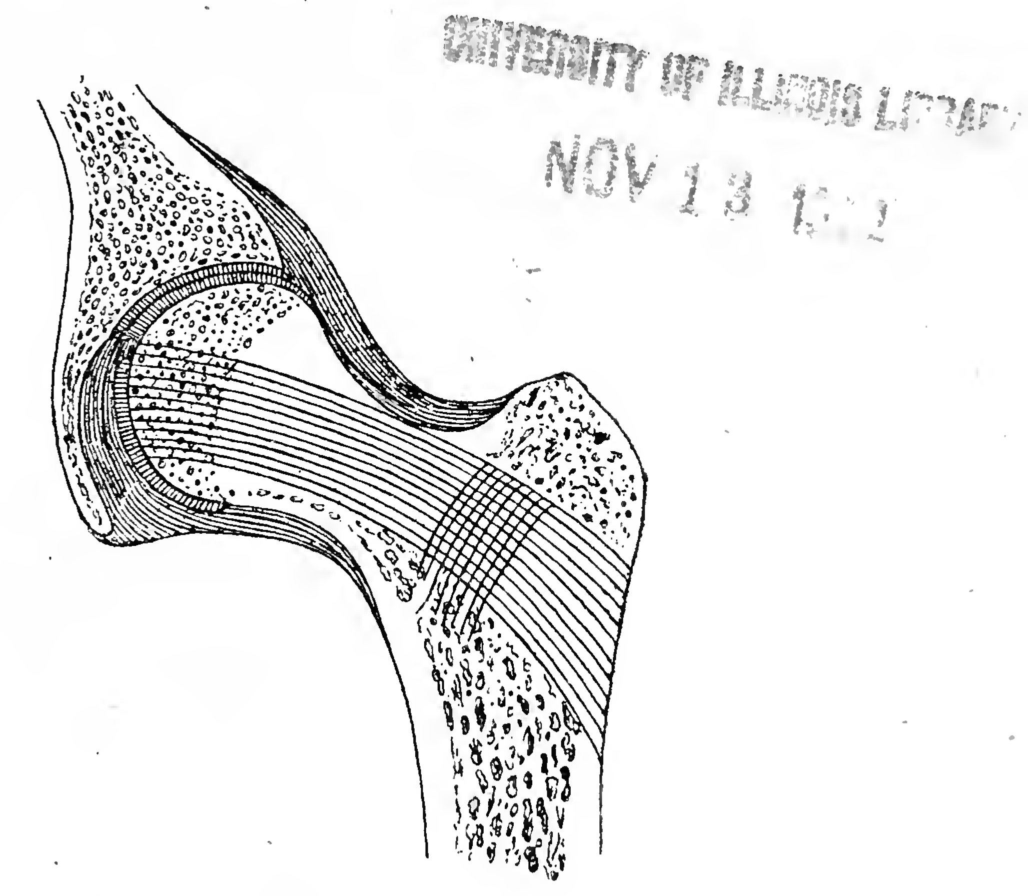


Fig. 30.

Daß die Streckung des Schaftes mit der Körperhaltung zusammenhängt, wird wohl allgemein zugegeben. Klaatsch allerdings äußert sich in der wichtigen Pithecanthropus-Frage deshalb dagegen, weil auch das Femur des Ateles Ähnlichkeit in dieser Hinsicht aufweist[1]).

Der Oberschenkel der Pachylemuridae stimmt in seinem langen, schlanken und geraden Schaft, sowie in dem hoch hinauf gerückten dritten Trochanter mit Lemuren überein; bei *Tomitherium* aus dem unteren Eocaen ist er

1) Verhandl. d. anatom. Gesellsch. Bonn 1901.

mindestens um ein Drittel länger, als der Oberarm. (Zittel, Handbuch der Palaeontologie, IV. Bd. p. 691 und 694.)

Als Eigentümlichkeit der eiszeitlichen Menschenrasse scheint die starke Krümmung des Oberschenkels angesehen werden zu können, insofern bei den Neandertaler und den in Spy in Belgien gefundenen Skelettresten diese Erscheinung hervortritt. Bumüller[1]) findet die Krümmung auffallend, auch die Plumpheit des Knochens, die mächtige Entwicklung der Epiphysenteile, vor allem die Gleichmäßigkeit der Krümmung des Schaftes, während bei den recenten eine Art Abknickung des oberen und unteren Endes des Schaftes festgestellt wurde.

Außer der Biegung und Torsion des Femur, der Pilasterform, der Fossa hypotrochanterica, der Platymerie ist die Bildung der Condylen spezifisch menschlich. Ihre Gelenkflächen sind bereits behandelt. Die Epiphysen bestehen bekanntlich aus schwammiger Knochensubstanz, deren Pfeiler und Sparren den hier sehr bedeutenden Druck- und Zugwirkungen genau entsprechen.

Vom mechanischen Standpunkte aus stellt sich der Oberschenkel mit seinem seitlich angesetzten Gelenkkopfe als Kran dar. Als Last wirkt der Zug der mächtigen Gehmuskeln, die an den Rollhügeln ansitzen.

Die besonders am oberen Femurende zuerst von Culmann und H. v. Meyer angestellten Untersuchungen, welche die Wolffsche Aufstellung einer „Krantheorie“ veranlaßten, lassen besser ein Drucktrajektorium annehmen, entstanden durch die Kräfte — Muskeln und Bänder —, die den Femurkopf in das Becken hineindrücken. Denn dieselbe Erscheinung zeigt sich auch an den Knochen,

---

1) Das menschliche Femur, 1899, und die Urzeit des Menschen, 1914 S. 126, 131 u. 132. Cf. Klaatsch: Die wichtigsten Variationen am Skelett der freien unteren Extremität des Menschen und ihre Bedeutung für das Abstammungsproblem. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Merkel und Bonnet Bd. X, 1900. Derselbe, Das Gliedmaßenskelett des Neandertalmenschen.

welche von einer Aufnahme der Körperlast ganz befreit sind, wie an der oberen Extremität und am Unterkiefer des Menschen, am ganzen Skelett von im Wasser lebenden Säugetieren. Beständig geht von den Muskeln auch in der Ruhe ein gewisser Zug und Druck auf den Knochen aus. Die Architektur der Knochen ist bereits im Foetalzustande vorgebildet[1]).

In der Gelenkkugel selbst zeigt das Knochengerüst kurze rundliche Maschen, und das erklärt sich daraus, dass hier Druck und Zug von allen Seiten gleich stark wirken. Die ganze Bälkchen-Struktur richtet sich so sehr nach den auf den Knochen wirkenden Kräften, daß man aus ihr direkt auf die Lage und Ausbildungsstufe der betreffenden Muskeln schliessen kann.

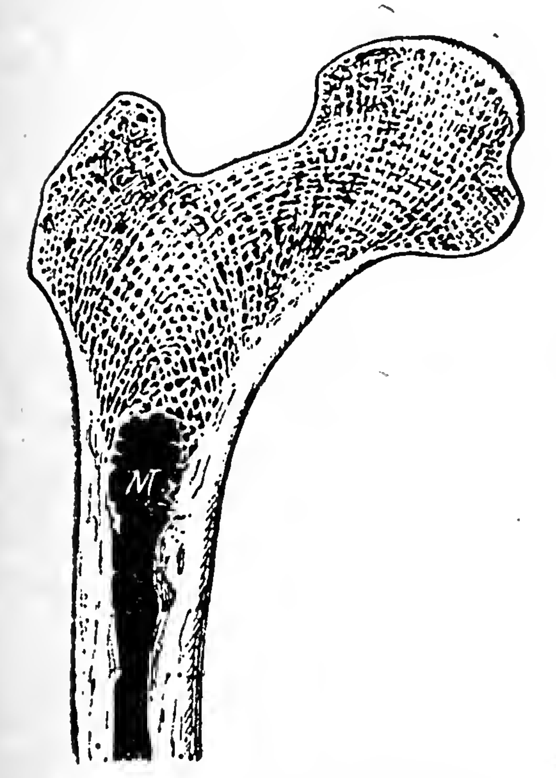


Fig. 31. Nach Schmeil.

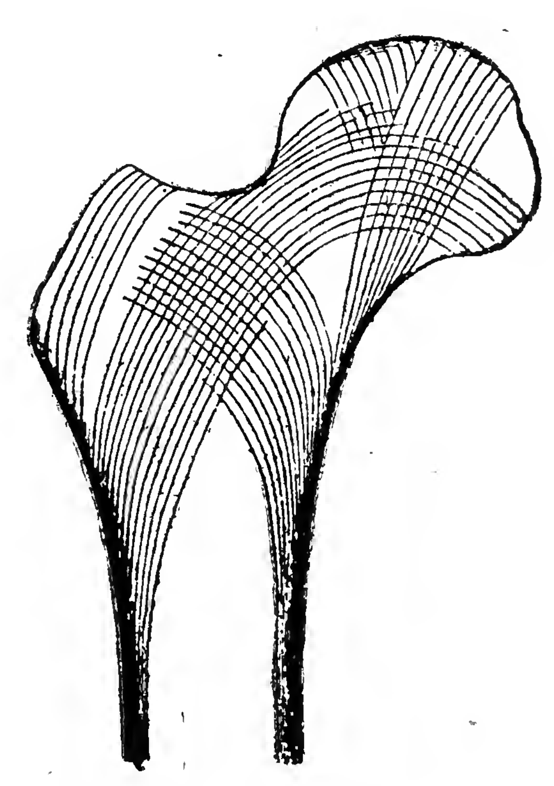


Fig. 32. Nach Meyer.

Gerade der Oberschenkel des Menschen zeigt also sehr gut an den Knochenbälkchen, die nach mathematischen und mechanischen Gesetzen in rechtwinklig sich schnei-

1) Solger, Der gegenwärtige Stand der Lehre von der Knochen-Architektur. Unters. zur Naturlehre des Menschen und der Tiere XVI. Gießen. Zschokkes Statik und Mechanik des Vertebratenskeletts, Zürich 1892.

denden Kurven (Trajektorien) angeordnet sind, wie Eisengitter z. B. bei Brückenkonstruktionen, daß mit einem Minimum von Baumaterial ein Maximum der Trag- und Zugkraft erreicht wird. Aber die trajektoriellen Fachwerkstrukturen haben bei allen ihren Vorteilen auch einen gewichtigen Mangel, nämlich daß dem Entstehen „gefährlicher Querschnitte", d. h. der Anhäufung der Spannung bis zu bedrohlicher Höhe an gewissen Stellen der Konstruktion, an sich nicht entgegengearbeitet ist. Um diesem Übelstande abzuhelfen, ist nach Gebhard[1]) die Wand in

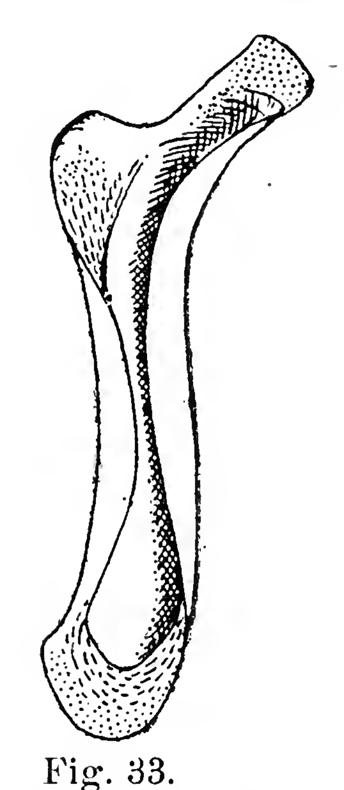


Fig. 33.
Verdickung der Wand eines Röhrenknochens. Nach Gebhardt (Die spezielle funktionelle Anpassung usw.) S. 526.

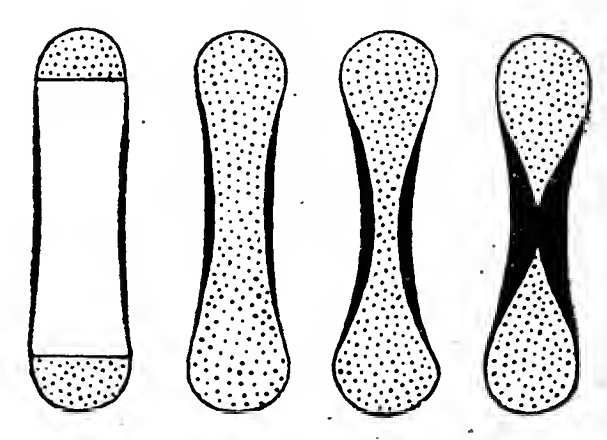


Fig. 34—37.
Periostale Knochenbildung am Oberschenkel. Aus Gegenbaur, Vergleichende Anatomie.

Röhrenknochenschäften nach der Mitte der Länge zu verdickt. Die Dickenzunahme hat aber nach ihm mit der Verdichtung der Zug- und Drucklinien nichts zu tun, da sie um so deutlicher zu sehen ist, je stärker die Reduktion

1) Die spezielle funktionelle Anpassung der Röhrenknochen-Diaphyse. Arch. für Entwicklungsmechanik der Organismen. Bd. 30, 1910, S. 523.

der Spongiosaarchitektur in den betreffenden Knochen ist. Auch ist die Wanddicke von Anfang an in der Entwicklung vorhanden, ehe von Spongiosabildungen die Rede ist. Es zeigt also die Diaphyse der langen Röhrenknochen ein Verhalten, welches sie ohne weiteres zu einem „Körper gleicher Festigkeit“ bei Beanspruchung auf Strebfestigkeit, auf Biegungsfestigkeit und auf Torsion stempelt.

Die erste periostale Knochenbildung erscheint mehr oder minder in der Mitte der Länge, da wo der Skelettteil, denkt man ihn sich z. B. als Hebelarm wirkend, den größten Widerstand zu bieten hat. Vergl. Fig. 34—37, aus Gegenbaur, Vergleichende Anatomie.

Was nun den Schenkelhals angeht, so wirkt die Körperlast so auf ihn, dass er bei nicht genügender Festigkeit nach vorn und unten abbrechen müsste; die größte Widerstandskraft muß daher an der hinteren Seite des Schenkelhalses angebracht sein. Dem entsprechend findet man im Innern der Spongiosa des Schenkelhalses eine kompakte Platte („Schenkelsporn“), die an der hinteren Seite entlang läuft. Von der Spitze dieser Platte strahlen nach allen Seiten hin Bälkchen vor, von denen die kräftigsten sich nach hinten wenden. Die nach der vorderen Wand ausstrahlenden Bälkchen sind schwächer. Der „Schenkelsporn“ ist im mittleren Alter am kräftigsten entwickelt und macht im Alter wieder eine regressive Metamorphose durch, wie Merkel[1]) feststellt.

Der vom Halse und Körper gebildete Winkel schwankt zwischen 115° und 140°. Charpy stellt daraus zwei Typen auf, einen Typus mit großem Winkel (in mittlerer Größe von 130°) und einen Typus mit kleinerem Winkel (in mittlerer Größe von 122°). Beim Kinde scheint der Winkel um 2° größer zu sein, als beim Erwachsenen. Da der Druck, von der Spitze der Knochengewölbe durch die radiären Knochenbälkchen auf den kompakten Körper

1) Betrachtungen über das os femoris. Virchows Archiv Bd. 59, p. 237.

übertragen, auf die ganze Peripherie des Femurkopfes verteilt wird und dann längs der Axe des Halses sich fortpflanzen kann, so braucht der Hals des Femur nicht senkrecht gestellt zu sein.

Alle Eigenschaften des Femur hängen mit der Aufgabe, den aufrechten Körper zu tragen, zusammen. Der Pilasterindex und die Pilasterleiste haben ihren Ursprung in dem Drucke, welchen der Musculus vastus auf den Schaft ausübt. Auf den Index wirken modifizierend ein nach Bumüller:

1. eine stärkere, gleichmäßige Konvexität der neutralen Fläche,
2. eine ungleichmäßige Konvexität der vorderen Fläche mit dem Maximum auf der medialen Hälfte derselben,
3. eine ungleichmäßige vordere Konvexität mit dem Maximum auf der lateralen Hälfte und
4. das Größenverhältnis der beiden dorsalen Flächen.

Den aufrechten Gang macht Gebhardt (l. c. S. 533) verantwortlich auch als Urheber der heftigen Umbauvorgänge in Gestalt wiederholter starker Reduktion und Neuanlage der inneren Spongiosa und eines sehr frühzeitigen Ersatzes der in toto konzentrischen Compactastruktur durch eine aus longitudinal verlaufenden Haversschen Säulen.

Gebhardt findet die ununterbrochenen, alle Teile umfassenden Umformungsvorgänge im Femur und in der Tibia typisch menschlich und glaubt, daß dabei ein noch nicht vollkommenes Angepaßtsein an den aufrechten Gang bzw. die durch ihn bewirkte Mehrbelastung der unteren Extremitäten eine wesentliche Rolle spielt. Siehe Gebhardts Vortrag: Über quantitative und qualitative Verschiedenheiten in der Reaktion des Knochengewebes auf mechanische Einwirkungen. Verh. d. Anatomischen Gesellschaft 1902.

Der dritte Trochanter, welcher am Trinil-Femur deutlich hervortritt und vielfach zum Gegenstand der Betrachtung genommen ist, soll nach Houzé mit der Stärke

der Entwicklung der Gesäßgegend zusammenhängen. Auch Walkhoff weist darauf hin, daß Personen mit stark entwickelten Gesäßmuskeln einen gut ausgeprägten dritten Trochanter besitzen, hingegen solche mit abgeflachtem Gesäß keinen. Die sakrale Hälfte des Glutaeus maximus befestigt sich in dem Bereiche des Trochanter tertius und der Fossa hypotrochanterica, und es spielt der Glutaeus maximus in toto als Extensor, Abductor und Rotator eine bedeutende Rolle.

Es ist klar, daß dieser Muskel für das aufrechte Gehen und Stehen ganz besonders wichtig ist (cf. auch

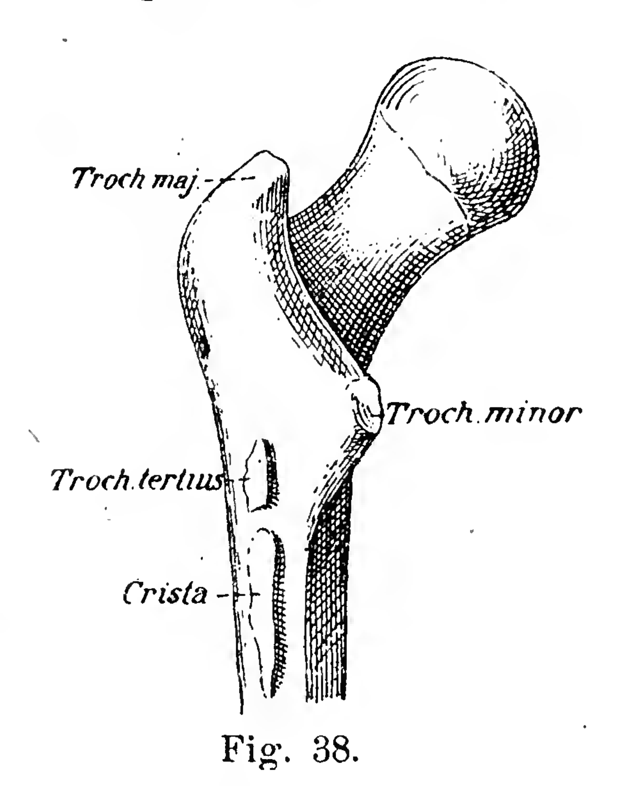


Fig. 38.

Roux, Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen, Heft 1. 1905. S. 171). Beim Stehen hält er Femur und Rumpf in senkrechter Lage, beim Gehen bringt er den gebeugten Oberschenkel wieder in die ursprüngliche Lage zurück. Beim aufrechten Gehen und Stehen spielt auch der M. quadriceps eine hervorragende Rolle, weil er den Unterschenkel in dieselbe Richtung mit dem Oberschenkel bringt. Schließlich sind die Beugemuskeln M. gastrocnemicus und soleus, die in der Achillessehne miteinander verbunden sind, beim Menschen deshalb so mächtig entwickelt, weil im Gegensatze zu den Vierfüßern die Beugung nicht durch die Körperlast unterstützt

wird und weil die Fußsohle verhältnismäßig viel länger ist als bei den Säugetieren. Mit der intensiveren Beugung des Kniegelenks geht eine intensivere Beugung des Femur gegen den Rumpf Hand in Hand.

Bumüller weist den Zusammenhang des Trochanter III mit der Platymerie nach. Die Ansatzformen (tuberositas, fossa, crista) sind durch Muskelwirkung hervorgehoben, wie der Trochanter III, der kein eigenes Ossifikationszentrum aufweist. Er ist (cf. l. c. S. 57) nichts anderes als ein oberes Anschwellen der crista, welches dadurch hervorgerufen wird, daß infolge Platzmangels — und dem Muskelzug entsprechend — die Insertion des M. glutaeus maximus sich weiter oben, jene des M. vastus lateralis weiter unten konzentriert. Bumüller scheint also hiernach derselben Ansicht zu sein betreffs der funktionellen Bedeutung des Trochanter tertius, wie die anderen Spezialisten, die ihn mit sehr starker Entwicklung des Glutaeus in Verbindung bringen. Sonderbarer Weise erwähnt er das Vorkommen dieses wichtigen Muskelansatzes am Femur des Pithecanthropus erectus, das er einem ausgestorbenen Gibbon zuschreibt und welches auf S. 124—138 eingehende Behandlung findet, überhaupt nicht. Durch die bereits 6 Jahre früher erschienene Arbeit hebt Houzé (Le Troisième Trochanter de l'homme et des animaux; la fosse hypotrochanterienne de l'homme)[1]) hervor, daß je stärker sich die Gesäßgegend entwickelt, desto mehr der dritte Trochanter hervortritt, und bringt das Auftreten desselben mit Geradhaltung des Körpers in Verbindung, wie oben erwähnt. Waldeyers Arbeit über den Trochanter tertius des Menschen ist 19 Jahre früher, 1880, im Archiv f. Anthrop. Bd. 12, S. 463 ff. erschienen. Siehe Textfiguren 39 und 40.

Daß bei den Menschenaffen die M. glutaei weniger

---

1) Bulletin de la Soc. d'Anthrop. Bruxelles, cf. Jahresber. über die Fortschr. d. Anat. u. Physiol. hrsg. v. Hoffmann u. Schwalbe, XII 1883, p. 309.

entwickelt sind, als bei Tieren, welche aufwärts stehen können, wie das Känguruh, der Bär (Bärenschinken), darauf macht Bloch[1]) aufmerksam. Hier möge auf den Unterschied zwischen Pithecanthropus und Hylobates, den Martin[2]) am Femur festgestellt hat, hingewiesen werden.

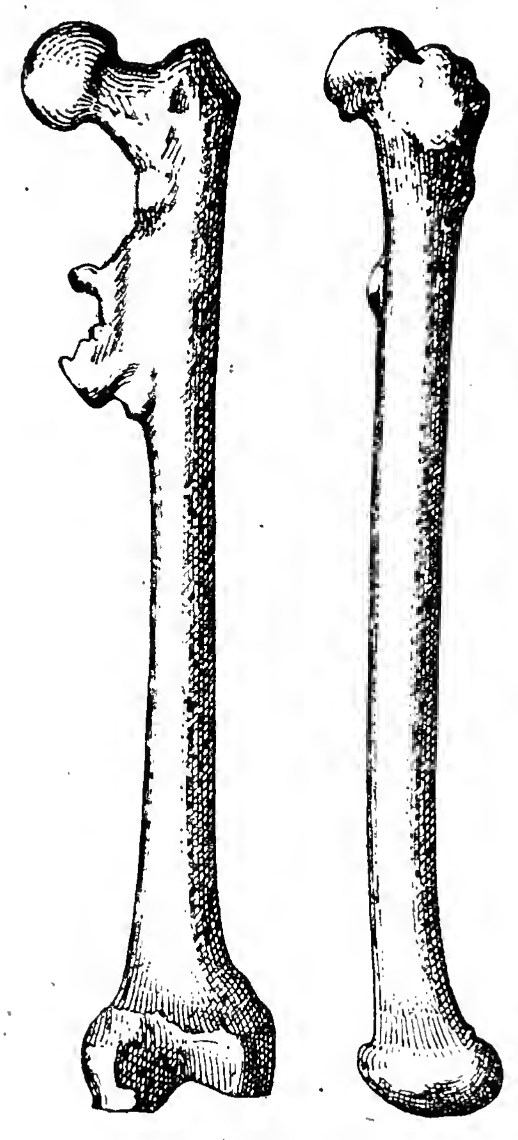


Fig. 39, 40.
Femur des Pithecanthropus erectus in zwei Ansichten nach „Natur- und Urgeschichte des Menschen“ von Hoernes I, 1909, S. 181.

Es ist die sogenannte Torsion, d. h. der Winkel, den die Halsachse mit der Drehachse der Kondylen bildet (II 128).

Wie die Tibia, so zeigt das menschliche Femur

---

1) Pourquoi les anthropoides ne sont-ils pas marcheurs bipèdes. Bull. et Mém. de la Société d'Anthropologie de Paris. 1900 Ser. V, Bd. I, S. 233.

2) Weitere Bemerkungen z. Pithecanthropus-Frage. Selbstverlag. Zürich 1896.

einen mehr oder weniger dem Dreieck sich nähernden Gesamtquerschnitt, während bei den Affen die Form des Querschnittes oval ist. Spezifisch menschlich ist die dorsale Ausstülpung des Querschnittes, die in der Mitte des Knochens ihre größte Ausdehnung erreicht. Sie ist oft von bedeutender Größe und bewirkt eine kammartige Bildung am Schaft des Femur, es ist die Crista. Die Ausbildung einer kräftigen Crista soll nach Rud. Michel[1]) eine Folge der bedeutenden Beanspruchung des Femur auf Biegung sein, wie sie beim Menschen, aber nicht beim Affen, wie sie nur beim aufrechten Gange, nicht aber bei anderer Bewegungsart vorkommt.

Aus Le Damanys Arbeit[2]) ergibt sich, daß es durch den aufrechten Gang des Menschen in der Folge zu einer Torsion des Oberschenkelknochens kommt. Beim Embryo fehlt sie noch, beim Neugeborenen macht sie 30—40° aus und im Alter sinkt sie wieder auf 12°; durch die Torsion wird der Oberschenkelhals nach vorn gestreckt.

In der Neigung oder Schiefheit des Oberschenkelknochens kommt der Mensch an die erste Stelle vor die Anthropoiden (nach Bumüller).

Nach Hermann Zuppinger[3]) soll die Patella das statische Moment vergrößern. Sie ist, wie auch Berta de Vries[4]) nachgewiesen, kein Sesambein, sondern ein echtes Skelettstück.

Die Kniescheibe ist also der selbständig gewordene Ellbogen des Unterschenkels: sie läßt sich bei gestrecktem Bein leicht seitwärts verschieben, und zwar mehr nach

---

1) Jahresbericht der Anatomie u. Entwicklungsgeschichte. N. F. 9, 3. 1903.

2) Die angeborene Hüftgelenkverrenkung. Übersetzt von H. Eckstein. Zeitschrift für orthopädische Chirurgie. 1909. Bd. 21, S. 119—169.

3) Die aktive Flexion im unbelasteten Kniegelenk. S. 703.

4) Zur Anatomie der Patella. Verh. anat. Ges. 32. Vers. Berlin, S. 163—169.

innen als nach aussen. Das Ligamentum patellae proprium spannt sich und springt als vertikaler breiter Strang durch die Haut kennbar vor.

Der Mensch kann das Kniegelenk ausgiebiger strecken als der Affe, bei dem das Lig. cruciatum posterius kürzer ist. Hierdurch wird der aufrechte Gang des Menschen bedingt.

Wir haben somit gesehen, daß die den aufrechten Gang gestattende Fähigkeit, welche von allen lebenden Geschöpfen nur der Mensch besitzt, dieser vornehmlich dem dazu angepaßten Bau seiner hinteren Gliedmaßen verdankt.

Das Becken.

Aeby, Der Bau des menschlichen Körpers, Leipzig 1871, p. 269—272.

Albrecht, P., Über die Unterschiede des menschlichen Beckens von den übrigen Affenbecken. Korrespondenzbl. der deutschen anthrop. Gesellschaft 1884, Nr. 10 u. 11.

v. Arx, Max, Der Mechanismus des Beckenbodens und das statische Prinzip im Aufbau unseres Körpers. Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen. Leipzig 1910.

Bluntschli, Hans, Über ein Nägele-Becken bei Macacus cynomolgus usw. Gegenbaurs Morph. Jahrb. 43, 1911, p. 322ff.

Charby, De la courbure lombaire et l'inclinaison du bassin.

Damany, le, Die angeborene Hüftgelenkverrenkung. Übers. von H. Eckstein. Zeitschr. f. orthop. Chirurgie 1909, Bd. 21, S. 119—169.

— L'angle sacro-pelvien, ses variations professionelles. Journ. de l'Anat. et de la Phys. 1909. Bd. 45, S. 276—287.

Falk, Über die Form und Entwicklungsgeschichte des knöchernen Beckens. Arch. für Gyn. Bd. 64, S. 324.

— Die Entw. u. Form des fötalen Beckens, Berlin 1908.

Fehling, Die Form des Beckens beim Fötus eines Neugeborenen. Arch. f. Gyn. Bd. 10, S. 1, 1876.

Hennig, C., Über die Beckenneigung bei verschiedenen Volksstämmen. Correspondenzbl. Anthrop. Ges. Bd. 15, S. 3, 1884.

— Das Rassenbecken, Arch. Anthrop. Bd. 16, S. 161. 1886.

Hoeven, L. J. v. d., Over de betrekking van het bekken der

anthropoiden tot dat van den mensch. Diss. Amsterdam 1905.

Lesshaft, P., Die Architektur des Beckens. Anat. Hefte von Merkel und Bonnet Bd. 3, S. 174. 1894.

Litzmann, Die Formen des Beckens 1861.

Lutochin, M., Historischer Rückblick auf die Literatur der Rassenunterschiede des Beckens (Russ.) Nachr. d. K. Ges. der Freunde der Naturkunde, d. Anthr. und Ethnogr. a. d. Univ. Moskau. Bd. 14; Schriften der anthrop. Sektion 1899, Bd. 19, S. 17.

Meyer, G. H. von, Mißbildungen des Beckens unter dem Einflusse abnormer Belastungsrichtung. Jena (G. Fischer).

— Die Statik und Mechanik des menschl. Knochengerüstes. Leipzig 1873.

Prochownik, Die Beckenform der Anthropoiden. Correspondenzblatt der D. Anthrop. Gesellsch. 1897, Bd. 28.

Römer, P, Zur Anthropologie des Beckens. Med. Diss. Halle 1896.

Schröter, P., Anthropologische Studien am Becken lebender Menschen. Dorpat 1889.

Topinard, P., Le bassin chez l'homme et chez les animaux. Bull. Soc. Anthrop. Paris 1875. Sér. 2, t. 10, S. 502.

Vrolik, S., Considération sur la diversité des bassins de différentes races humaines, Amsterdam 1826.

Waldeyer, W., Das Becken. Bonn 1899.

Weidenreich, F., Über das Hüftbein und das Becken der Primaten und ihre Umformung durch den aufrechten Gang. Anat. Anz. Bd. 44, S. 497.

Das Becken stellt ein sphärisches Gewölbe dar, welches auf Grund der allgemeinen Gesetze der Architektur der Knochen gebaut ist. Auf seiner Kuppel ruht die Wirbelsäule und stützt sich in den Hüftgelenken auf die untere Extremität. Jedes Gewölbe spannt sich mit seinen divergirenden Schenkeln über dem Boden, wobei der Widerstand des Bodens sie auseinander zu schieben strebt. Um dieser Aktion entgegenzuwirken, müssen die divergirenden Schenkel durch einen Schluss verbunden sein, der durch seine Stärke dieser Aktion vollständig entspricht. Ein knöchernes Gewölbe, wenn auch nach den allgemeinen

Gesetzen der Architektur der Knochen gebaut, wird doch die bei den Bewegungen erhaltenen Erschütterungen und Stöße weiter leiten, da das Knochengewebe verhältnismäßig wenig elastisch ist.

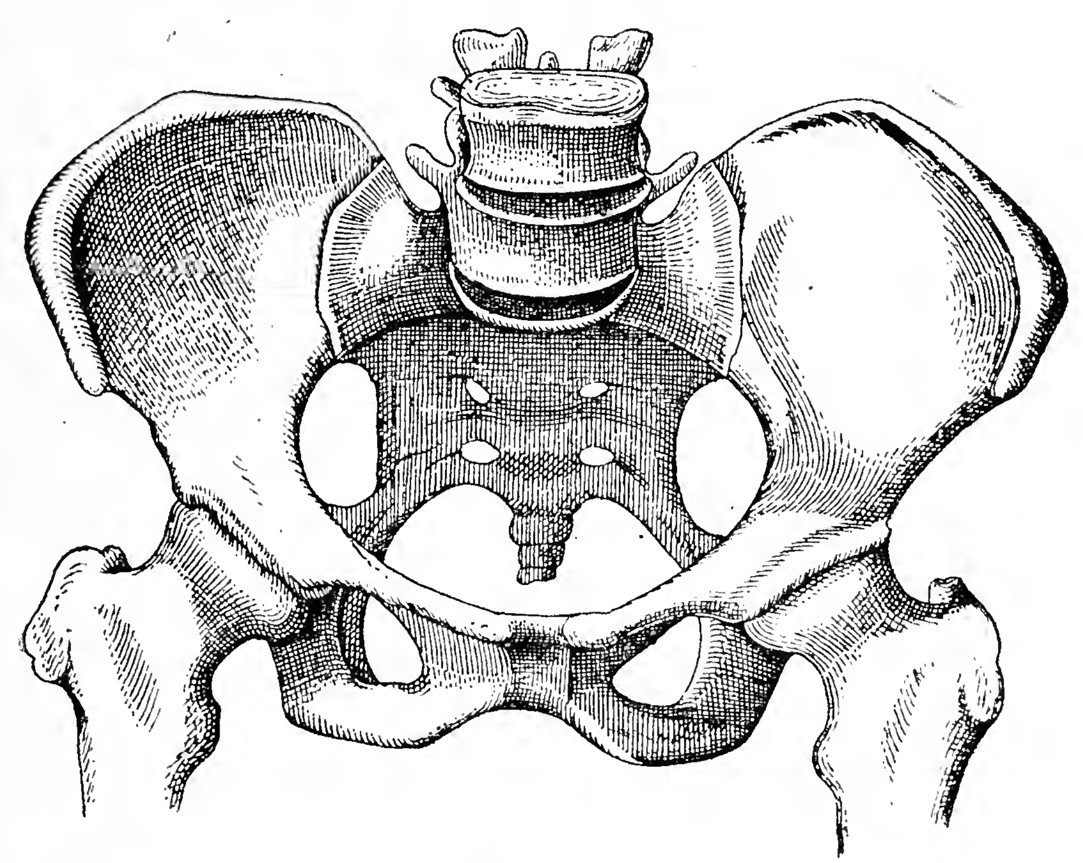


Fig. 41. Becken des Menschen.

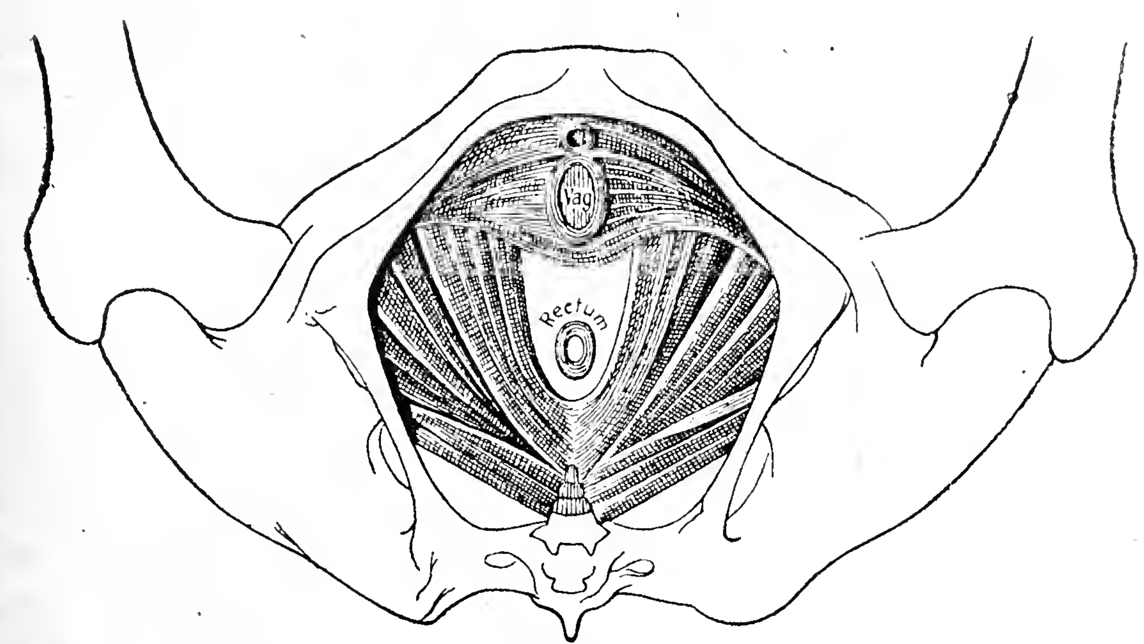


Fig. 42. Anatomie des Beckenbodens nach Bumm.
Aus dem Werk „Der Mechanismus des Beckenbodens und das statische Prinzip im Aufbau unseres Körpers“ von Max v. Arx, Seite 342.

Das Gewölbe muß daher geteilt sein; eine Teilung in der Mitte kann nicht zugelassen werden, da hier die Last der Wirbelsäule wirkt, folglich kann nur eine Teilung in drei Teile vorausgesetzt werden. Da der Schluss nicht in der Fläche des Gewölbes geteilt werden kann ohne die Festigkeit des Baues herabzusetzen, so kann hier nur eine Teilung in der Mitte zugelassen werden.

Die Breite des Beckens, welches den Eingeweiden als sichere Grundlage dienen muss, die Schenkel voneinander weit entfernt und dadurch die Basis des stehenden Körpers vergrößert, bestimmt den Menschen zum aufrechten Gange. Bei den Weddas ist die Schmalheit des Beckens im Vergleich zu dem der Europäer auffällig, siehe Günther[1]).

Daß wir es aber in dieser Hinsicht mit rein sekundären Erscheinungen zu tun haben, erklärt die Abwesenheit der Knickung am vorderen Ende des Beckenteiles im Neugeborenen. Erst der Versuch des aufrechten Stehens ruft die Neigung des Beckens ins Dasein. Sie ist beim Erwachsenen eine solche, daß die Ebene seiner Eingangsöffnung mit der horizontalen einen nach hinten offenen Winkel von ungefähr 60° im Mittel macht.

Wenn alle Teile im Zustande des Gleichgewichtes sich befinden sollen, darf bei senkrechter Körperlage das Becken nicht horizontal liegen, da die Stützpunkte der Beine allzu weit nach vorn verlegt sind und die Schwerlinie des Körpers hinter ihnen vorbeifällt. Zur Herstellung des Gleichgewichtes ist es deshalb unumgänglich notwendig, daß ein Teil der Körperlast nach vorn geschoben wird. Dieses ist nun von der Natur dadurch erreicht, daß behufs Aufrechterhaltung des Körpers der Mensch den Beckenring um seinen Stützpunkt soweit dreht, als notwendig ist, um die Schwerlinie des Körpers in denselben überzuführen. Da die Wirbelsäule den Lageveränderungen des Beckens folgen und in demselben Maße, als dieses sich aufrichtet, sich der Horizontalen nähern muß, so ist dieser

---

1) Von der Urzelle zum Menschen, S. 115.

Übelstand durch eine Knickung am vorderen Ende des Beckenteiles (Promontorium) gehoben. Ihre Härte und Schroffheit wird dadurch gemildert, daß ein Teil der Compensation in Biegung der ganzen Wirbelsäule, welche ebenfalls eine Folge der aufrechten Körperhaltung ist, sich vollzieht.

Zur Befestigung der Teilungsstelle des Gewölbes müssen sich zwischen den Schenkeln des Gewölbes und seiner Mitte elastische oder geschmeidige Zwischenlagerungen, als amphiarthrodische Gelenke (nach Leßhaft)[1]) befinden, die diesen Erschütterungen möglichst entgegenwirken können. Da das Becken nicht allein als Stütze der Wirbelsäule dient, sondern auch an der Bildung der Wände der Bauch- und Beckenhöhle Anteil nimmt und den Muskeln, die den Körper bewegen, eine Stütze gewährt, so müssen an dem Grundgewölbe paarige seitliche und nach oben gerichtete Fortsätze und ein unpaariger von der konkaven Seite des Gewölbes nach unten gerichteter Fortsatz existieren. Die amphiarthrodischen Zwischenlagerungen des Gewölbes können aber jedenfalls weniger Widerstand leisten, als die knöchernen Teile des Gewölbes, da das Knorpel- und Bindegewebe absolut weniger Festigkeit besitzen, als das Knochengewebe; daher sind zwischen den Schenkeln des Gewölbes und dem unpaarigen Fortsatze Bindegewebstränge vorauszusetzen, ebenso, wie sie als Aponeurosis plantaris zwischen den Schenkeln des Fußgewölbes existieren. Diese Bindegewebstränge werden jedenfalls unter der Einwirkung von Muskeln stehen müssen, sowie bei der Aponeurosis plantaris, da das Bindegewebe wenig elastisch ist (Elastizitäts Koefficient = 166,93; während der des Knochengewebes = 2794) und daher unter der Wirkung der Last sich allmählich ausdehnen kann. Der Schluß zwischen den Schenkeln des Gewölbes kann auch nicht aus Knochengewebe allein bestehen, da er

1) Grundlagen der theoret. Anatomie I. Teil, Leipzig 1892, S. 183—187.

sonst die Stöße und Erschütterungen leicht leiten würde, daher muß auch in seiner Mitte eine elastische Zwischenlagerung eingeschaltet sein.

Soll nun angenommen werden, daß der menschliche Körper sich an die aufrechte Haltung angepaßt hat, so ist zuzugeben, daß das Becken ganz besondere Umgestaltungen erfahren mußte. Bei den Vierfüssern drängen sich die Hüftbeine zusammen, verlängern sich zu beiden Seiten der Lendengegend der Wirbelsäule und wölben sich auf der inneren Seite, so daß die äußere hingegen konkav wird. Die Hüftbeine des Menschen breiten sich zu großen Flügeln aus, welche sich in der Mitte verdünnen und konkav sind, sie müssen nicht nur die Masse der Eingeweide, sondern auch bei der Frau, das Gewicht des Foetus tragen. Ihre äußere Fläche ist folglich konvex.

Die Steilheit der Schaufeln und Streckung des Ischium, Merkmale der menschenähnlichen Affen, kommen auch dem Menschenkinde zu. Bei dem erwachsenen Menschen dürfen die Darmbeine nicht so hoch, schmal und eng sein, wie wir es an den Affen sehen, sondern sie müssen sich zu flachen, weit ausladenden Schaufeln verbreiten, um die Last der Eingeweide tragen zu können. Deshalb ist die starke Divergenz der Darmbeine spezifisch menschlich und weist unbedingt auf nahe Beziehungen zu dem aufrechten Gange des Menschen hin.

Alle die von Albrecht festgestellten Unterschiede des menschlichen Beckens von den Affenbecken finden deshalb den Grund in dem durch den aufrechten Gang erzeugten Druck der Eingeweide auf das Darmbein und die Symphysenfläche. So

1. der Unterschied, daß allein beim Menschen die konkave superficies iliaca interna (Fossa il. int.) auftritt.
2. daß der vordere, konvexe Abschnitt der äußeren Fläche des Darmbeins nur beim Menschen vorhanden ist; denn er ist durch diese Fossa il. int. bedingt.
3. daß bei den Affen die unter die Incisura interspinalis

anterior vorragende Spina superior anteriorossis ilei fehlt.

4. daß der relative Abstand der Spina ant. sup. und der Sp. ant. inf. beim Menschen am geringsten ist.
5. daß der Abstand zwischen dem Cornu posterius acetabuli und dem Tuber ischii beim menschlichen Becken der relativ kleinste ist, und daß
6. die hintere Symphysenfläche des Menschen konvex, bei den Affen konkav ist.

Da der Beckengürtel nicht nur als mechanisch lokomotorischer Apparat durch die Erwerbung des aufrechten Ganges bei den Hominiden eine bedeutende Umgestaltung erfahren mußte, sondern auch als Apparat der zum Geburtsmechanismus in enger Beziehung steht, so ist zugleich eine Anpassung an die bedeutende Entwicklung des menschlichen Gehirnschädels anzunehmen.

Das Kreuzbein.

Adolphi, H., Über den Bau des menschlichen Kreuzbeins und seine Verschiedenheit in Prag und Jurjew (russisch). Sitzungsber. d. Naturf. Ges. b. d. Univ. Dorpat. Bd. 20, 1911, S. 61 ff.

Bolk, L., Beobachtungen über die Fossa retrosacralis (holländ.). Festschr. H. Traub (p. 361—369) 1912.

Lammers, Zur Frage der Entstehung des Promontoriums. — Beitr. zur Geb. und Gyn. Bd. 9, S. 145, 1905.

Paterson, A. M., The Human Sacrum. Trans. R. Dublin. Soc. Ser. 2, vol. 5, S. 123.

Radlauer, Kurt, Beiträge zur Anthropologie des Kreuzbeins. Morph. Jahrb. Bd. 38, S. 323—447, auch Inaug.-Diss. Zürich, Leipzig, Engelmann 1908.

Das Kreuzbein wird mit Recht mit dem Schlußstein eines gemauerten Gewölbes verglichen, der jedoch seine Last nicht auf die Seitenteile des Gewölbes überträgt, aber auch nicht, wie Schwartzkopf annimmt, durch die Ligamenta ileo-sacralia posteriora daran aufgehängt ist.

Durch die Entdeckung der Beckenneigung zeigte sich, daß nicht die Längs-, sondern die Dickenachse des Knochens die Last zu tragen hat. Das Kreuzbein besitzt indes, wie Aeby (l. c. p. 271) hervorhebt, die vielfach angenommene Keilform gar nicht. Es erscheint allerdings im ganzen vorn beträchtlich breiter als hinten, aber die Zunahme seines Querdurchmessers ist nichts weniger als eine gleichförmige. In seine an den Rändern sich allmählich verflachende Grube treten Vorsprünge der Darmbeine, und das Kreuzbein kommt auf zwar niedrige, aber ausserordentlich starke Zapfen zu liegen. Sie bilden die Stützpunkte einer queren Drehachse, um welche das Kreuzbein sich zu verrücken vermag. Es bietet dieses mithin in jeder Hinsicht das Bild einer in ihrer Mitte befestigten horizontalen Wippe, deren Endpunkte gehoben und gesenkt werden können.

Die Körperlast ruht auf den erwähnten Vorsprüngen der Darmbeine, ihre Verbindungslinie fällt mit deren Schwerlinie bei aufrechter Stellung nahe zusammen. Das an dieser Stelle nach vorn keilförmig verjüngte Kreuzbein sucht sie auseinanderzudrängen, wird aber durch die mächtigen ligamenta sacro-iliaca posteriora daran verhindert.

Nach Aeby ergibt sich also die Verbindung zwischen Kreuz- und Darmbein als ein ungemein straffes und festes Charniergelenk mit querliegender Achse.

Daß physiologische Einwirkungen, wie die Körperhaltung, auf das Kreuzbein einen formändernden Einfluss ausüben können, darauf weist schon H. von Meyer (1883) hin. Er weist nach, daß das gewohnheitsmässige Sitzen mit gekreuzten Oberschenkeln zu bleibender Mißgestaltung führen kann, weil, um hierbei eine Aufrechthaltung des ganzen Rumpfes zu ermöglichen, in der Lendenwirbelsäule eine seitliche Einknickung ausgeführt wird, deren Konkavität auf der gehobenen Seite liegt.

Klaatsch ist der Ansicht, daß die Knickung im Promontorium entstanden sei als Folge des beim Klettern

unvermeidlichen Zurücklegens des Rumpfes. Hiergegen nimmt Schwalbe[1]) mit Recht Stellung.

Die Querkrümmung der Vorderfläche des Kreuzbeines ist bei den niederen Affen eine viel beträchtlichere als bei den Anthropoiden und beim Menschen. Eine Folge der verschieden statischen Verhältnisse sind auch die Verschiedenheiten, die sich bei den einzelnen Rassen (Australiern, Papuanern, Niederländern etc.) in der Ausbildung der Fossa retrosacralis zeigt, über die Bolk eine ausführliche Arbeit geliefert hat.

Die Wirbelsäule.

Aeby, Chr., Beiträge zur Osteologie des Gorilla. Gegenbaurs Morphol. Jahrb. Bd. 4. 1878.

— Der Bau des menschlichen Körpers, Leipzig 1871.

— Die Altersverschiedenheiten der menschlichen Wirbelsäule. Arch. Anat. Entw.-Gesch. S. 77. 1879.

Bardeleben, Carl, Beiträge zur Anatomie der Wirbelsäule. Jena-Dabis.

— Die Wirbelsäule als Fachwerkkonstruktion.

Bluntschli, Beziehungen zwischen Form und Funktion der Primatenwirbelsäule. Verh. d. Anat. Ges. 25. Verslg. Leipzig 1911.

— Über ein Naegele-Becken bei Macacus cynomolgus und das übrige Knochengerüst dieses Tieres, nebst Bemerkungen über die Eigenform der Wirbelsäule und ihre mechanische Bedeutung, Gegenbaurs Morphol. Jahrb. 43. 1911, p. 322ff.

Boehm, Über die Form der Wirbelsäule. Verh. der Berl. med. Ges. Bd. 40. S. 463—473, 1910.

Buscalioni, L., La curva dorsale nella colonna vertrebrale dell' uomo e degli animali. Giorn. R. Accad. Med. Torino. Ser. 3, vol. 39, 1891, S. 199.

Charpy, De la courbure lombaire et l'inclinaison du bassin. Robin et Ponchet, Journal de l'anat. et de la physiol. normales et pathologiques de l'homme et des animaux Nr. 4, p. 309—336.

Cunningham, D. J., The lumbar curve in man and the apes with an account of the topographical anatomy of the Chim-

1) Vorgeschichte des Menschen, 1904, p. 45.

panze, Orang-Utan and Gibbon. Cunninghams Memoirs No. II. Royal Irish Academy July 1886, 148 pp.

Cunningham, D. J., The proportion of bone and cartilage in the lumbar section of the vertebral columa of the ape and several races of man. The Journal of Anatomy. Vol. 24. New series. Vol. 4. Part. I. 1889, p. 117—127.

Double de, Traité des variations de la colonne vertébrale de l'homme et de leur signification au point de rue de l'anthropologique zoologique. 545 S. Paris, Vigot frères.

Eimer, Vergl. anat.-phys. Unters. über das Skelett der Wirbeltiere. Die Entstehung der Arten, 3. T., Leipzig 1901.

Falk, Zum Umformungsprozeß der Wirbelsäule während der fötalen Entwickelung. Arch. der Berliner mediz. Ges. Bd. 38, S. 427—437, 1908.

Heltofsky, A. O., Über den Einfluß des Alters auf die Form der Wirbelsäule. Medizin. Bote 1876, Nr. 2, 3 u. 4. St. Petersburg (russisch).

Meyer, H. v., Die militärische Haltung. Archiv für Anat. und Physiol. Anat. Abteilung S. 276—284.

Rosenberg, E. W., Beitrag zur Kenntnis der Entwicklung der Wirbelsäule des Menschen (holländisch). Verslag d. Kon. Acad. v. Wet. (afd. Wis en Naturrik) 1902, p. 1159—1175.

— Über die Entwickelung usw. des Menschen, Morph. Jahrb. Bd. 1, S. 83 und Bd. 27, S. 1.

— Über die Wirbelsäule des Menschen, Anat. Anz. Ergz. ff. Bd. 41. Verh. Anat. Ges. München S. 119, 1912.

Staffel, Die verschiedenen Haltungstypen und ihre Beziehungen zu den Rückgratsverkümmerungen. Bergmann 1899.

Virchow, Hans, Über Einzelbeiträge bei der sagittalen Biegung der menschlichen Wirbelsäule (Verh. der anat. Ges., 25. Verslg. Leipzig 1911, S. 176—187).

— Die Eigenform der menschlichen Wirbelsäule. Anat. Anz. Ergänzungsheft Bd. 34, S. 157, Verh. Anat. Ges., 23. Vers., Gießen.

— Über die Wirbelsäule des Chimpansen. Sitzungsber. Ges. Naturf., Berlin, S. 265.

Wada, Über die Unterscheidung der Menschen- u. Tierknochen, Vierteljahresschrift für ger. Med., Bd. 37, 1909, S. 265—279.

Kein Lebewesen hat eine so schwierige Balanzierarbeit zu verrichten wie der Mensch. Beim Vogel, der ja auch zweibeinig ist, liegt der Schwerpunkt des Oberkörpers

tiefer als seine Aufhängungspunkte, die Hüftgelenke, also im stabilen Gleichgewichte, daher kann er auch im Stehen, ohne sich anzulehnen, schlafen. Bei den Vierfüßern bildet die Wirbelsäule, mit Ausnahme des Halsteiles, der meist der freieren Kopfhaltung wegen lordotisch erhoben getragen wird (durch das Nackenband und die Muskeln) und des Schwanzes einen fast geraden oder höchstens ganz leicht kyphotisch gekrümmten Knochenbalken, in dem man unschwer den Gewölbecharakter erkennt. Die Stützpfeiler des Gewölbes sind die Extremitäten. An dem Gewölbe sind die Eingeweide und die Rumpflast aufgehängt. Ganz anders, wie wir bereits oben gesehen haben, beim Menschen. Durch den Prozeß der Menschwerdung ist die Wirbelsäule ganz besonders beeinflußt, an ihr spielt sich naturgemäß eine große Anzahl von Vorgängen ab, die sich in den Verschiedenheiten der einzelnen Teile wiederspiegeln. So sind im Laufe der phylogenetischen Entwickelung nach Rosenberg drei Dorsalwirbel allmählich zu proximalen Lumbalwirbeln geworden, drei Lumbalwirbel zu proximalen Sacralwirbeln, drei distale Sacralwirbel zu proximalen Caudalwirbeln und drei distale Caudalwirbel sind verschwunden.

Die prägnante Schlangenkrümmung der Wirbelsäule ist lediglich dem Menschen mit seinem aufrechten Gange eigen. Von den 3 Krümmungen bringt die oberste, die Halskrümmung, deren Bogen rückwärts offen ist, den Kopf in die Höhe, die mittlere oder Rückenkrümmung mit vorn offenem Bogen würde gleichwohl den Schwerpunkt wieder nach vorn und unten verlegen, wenn nicht als dritte, unterste, die wieder nach rückwärts offene Lendenkrümmung vorhanden wäre, welche dieser Tendenz entgegenwirkt. Diese dritte Krümmung der Wirbelsäule fehlt nun allen vierfüßigen Säugetieren, und wenn sie durch Zwang oder Kunst eine aufrechte Körperhaltung einnehmen, haben sie stets mehr oder weniger gegen die Verrückung des Schwerpunktes aus seiner natürlichen Lage anzukämpfen.

Die Anthropoiden zeigen insofern eine Zwischen-

stufe, als sie eine kleine Lendenkrümmung besitzen, die aber nur in 2, bezw. einem Wirbel zum Ausdruck kommt.

Buschan, (l. c. S. 207) hebt zur Erklärung der charakteristischen, nach vorn konvexen Krümmung in der Lendengegend hervor, daß an dem obersten Lendenwirbel

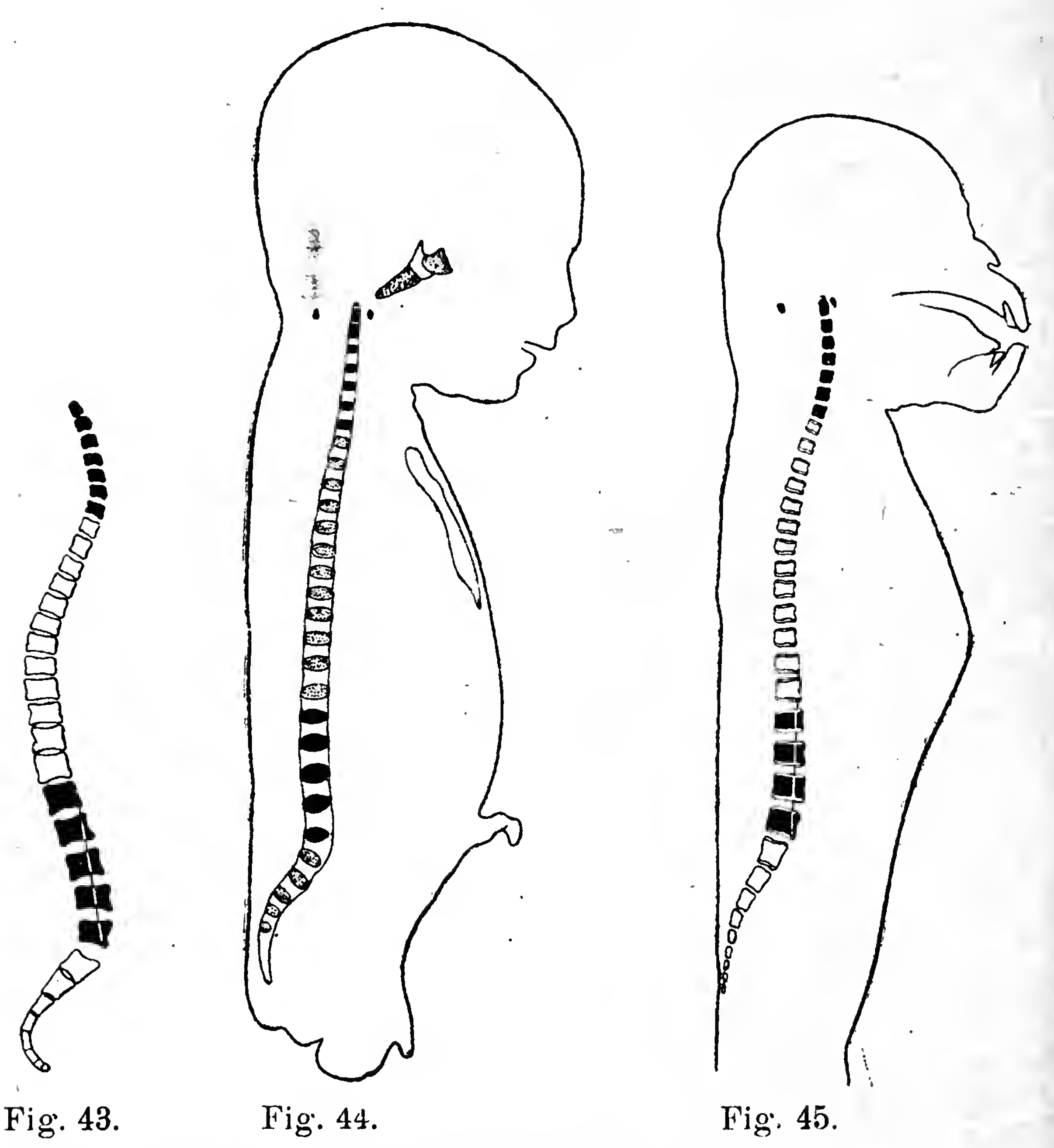


Fig. 43. Fig. 44. Fig. 45.

Längsschnitte durch die Wirbelsäule (Fig. 43) eines erwachsenen Menschen, (Fig. 44) eines menschlichen Embryo und (Fig. 45) eines Schimpansen (nach Cunningham).

die hintere vertikale Höhe seines Körpers die vordere übertrifft, der Wirbel also einem Keile mit der Basis nach hinten gleicht, und dies sowohl beim Menschen, als auch bei den anthropoiden Affen. An den darunterliegenden Wirbeln kehrt sich dieses Verhältnis bei jenem allmählig

um, während es bei diesen so ziemlich dasselbe bleibt so daß schließlich am untersten Lendenwirbel der menschlichen Wirbelsäule die vordere Körperhöhe größer als die hintere ausfällt. Das neugeborene Kind bietet noch einen dem Affen ähnlichen Zustand seiner Wirbelsäule dar, aber schon im dritten Monat beginnen die unteren Lendenwirbel vorn mehr als hinten zu wachsen; je mehr das Kind die aufrechte Haltung annimmt, um so deutlicher tritt diese Erscheinung zutage.

Nach Charpy ist die Rückenkrümmung der Wirbelsäule die primitive, die Hals- und Lendenkrümmung entstand durch die Beziehungen zum Kopfe und Rumpfe. Niedere Stadien der Lumbalkrümmung finden sich bei den Quadrupeden. Die Lendenkrümmung wird mit der Neigung des Sacrum in engste Beziehung gebracht.

Es ist wohl einleuchtend, daß die Krümmungen der menschlichen Wirbelsäule zunächst nur infolge ihrer elastischen Biegsamkeit bei Belastung entstanden sind, also infolge der aufrechten Körperstellung. Im Verlaufe der Zeit führten sie aber dann zu einer bleibenden Umformung der Wirbelkörper im Sinne einer keilförmigen Verjüngung.

Der Vorgang ist ein mechanischer, nachträglich erworbener durch die andauernde gerade Körperhaltung. So nehmen auch die Intervertebralscheiben an Dicke zu, die Wirbelkörper jedoch an Höhe ab. Der besondere Einfluß der elastischen Spannung faseriger Bänder, welche die Wirbel untereinander verbinden, auf die Krümmung und auf die Anordnung der Gelenkflächen läßt sich wohl annehmen. Hierdurch erhält das ganze Rückgrat eine große Elastizität und vermindert den bei der Bewegung in aufrechter Stellung der Wirbelsäule und durch diese dem Kopfe mitgeteilten Stoß.

Dadurch, daß bei der aufrechten Stellung der menschlichen Wirbelsäule die unteren Wirbel zunehmend stärker werden, resultiert eine Dreieckskonstruktion. Die vertikal verlaufenden Balken nehmen zu, während die kreuzweise angeordneten Füllungsglieder zurücktreten. Bei der Wir-

belsäule der Quadrupeden findet ein gleichmäßiges Zunehmen der Wirbel nach den Extremitäten hin statt.

Cunningham und Huxley haben festgestellt, daß der gegen das Promontorium sich erstreckende, konvex nach vorne gebauchte Lendenteil, die Lendenkrümmung, deren letzte Ursache in statischen und mechanischen Verhältnissen, also im aufrechten Gange zu suchen sind, schon bei Gorilla angedeutet ist. Beim Chimpansen fand Cunningham eine große Übereinstimmung mit der Lumbakurve des Menschen. Zwischen den Europäern und den niederen Menschenrassen existieren insofern bedeutsame Verschiedenheiten, als bei den letzteren die einzelnen Wirbel an die Lendenkrümmung sich weniger angepaßt zeigen, als bei den ersteren, trotzdem der Krümmungsgrad bei beiden ein gleicher sein kann.

Wenn man berücksichtigt, daß der Mensch nur einen Teil seines Lebens in der aufrechten Haltung zubringt, daß andauernde berufliche Körperstellungen einen Einfluß auf die Ausbildung der Wirbelsäule haben können, so müssen sich Unterschiede hierin zwischen einem Naturmenschen, der noch kein Stubenhocker geworden ist, und dem civilisierten zeigen. H. Virchow kommt zu dem Ergebnis seiner Betrachtungen, daß „die „Eigenform" der Wirbelsäule in erster Linie durch Anpassung an diejenige Körperorientierung bedingt wird, die unter den am häufigsten eingenommenen Stellungen zugleich mechanisch die größten Anforderungen stellt. Auch ein Hund oder Bär kann sich aufrichten, sogar durch Dressur einen temporären aufrechten Gang erlernen, trotzdem weist ihre Wirbelsäule den unzweifelhaften Vierfüßerhabitus auf." Hiergegen wird kaum etwas einzuwenden sein.

Der Thorax.

Bardeen, C. R., Developement of Thorax. Vertebral in Man. Baltimore 1905.

Eggeling, H., Zur Morphologie des Manubrium sterni. Jena 1904.

Günther, Konrad, Vom Urtier zum Menschen, S. 106, 114 und 115.

Hasse, C., Bemerkungen über die Atmung usw., Arch. f. Anat. und Physiol. 1894.

Markowski, J., Über die Varietäten der Ossifikation des menschlichen Brustbeins und über deren morphologische Bedeutung. Polnisches Archiv biol. med. Wiss., Bd. 1, Heft 3, S. 375, 1902.

Wiedersheim, R., Der Bau des Menschen, 4. Auflage, Tübingen. 1908, S. 50—64.

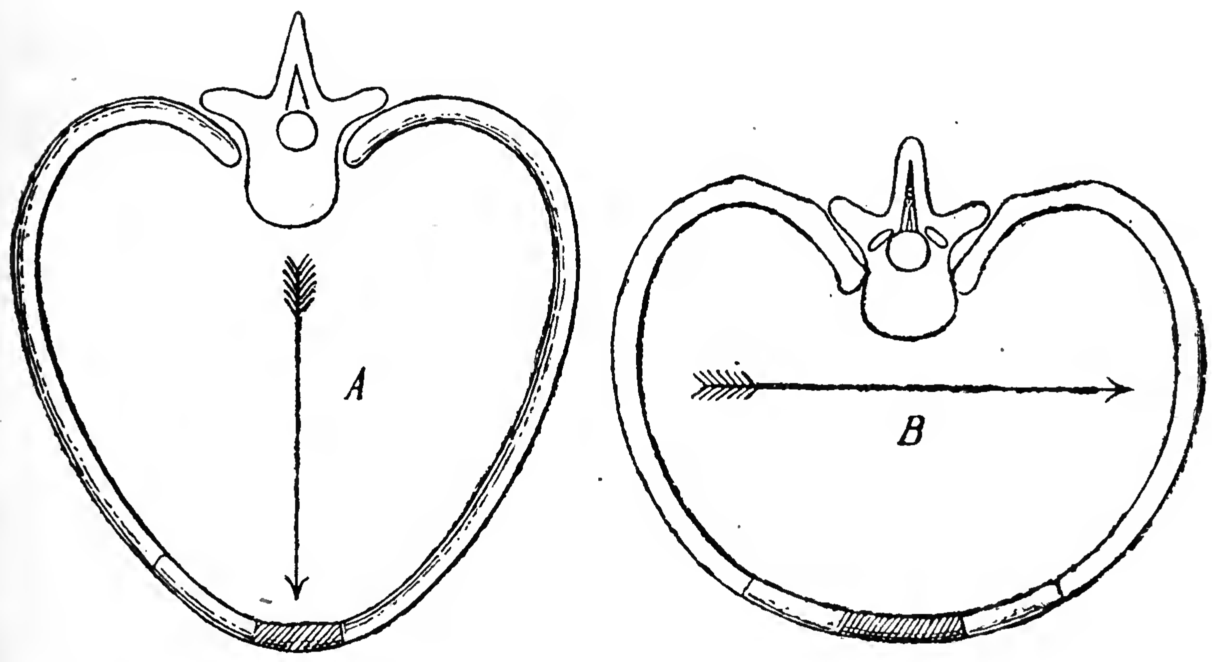


Fig. 46, 47. A. Querschnitt durch den Thorax eines Säugetieres, bezw. des menschl. Embryos, B. des erwachsenen Menschen (nach Wiedersheim).

Durch den Erwerb der aufrechten Körperhaltung mußte auch eine Änderung der Thoraxform eintreten, denn der Schwerpunkt des Körpers wurde dorsalwärts verlegt. Hiermit ging Hand in Hand die Ausbildung der vorderen Extremität zum Greiforgan, und diese mußte wiederum mit ihrer starken Muskulatur auf weitere Erbreiterung zur vollständigen Faßform des Brustkorbes einwirken. Die schmälere, herzförmige Bildung, wie sie bei den Säugetieren als die primitive zumeist auftritt, zeigt sich noch beim menschlichen Embryo.

Die breite Gestalt des Thorax wird aber nicht nur von der aufrechten Körperhaltung hervorgerufen, denn bei den im Wasser lebenden Säugetieren und verschiedenen

anderen kommt nicht die langgestreckte, fest gefügte Thoraxform mit herzförmigem Querschnitt, sondern der Typus der breiten Form vor. Aber eine große Rolle spielt sicher der Erwerb der Aufrechthaltung des Körpers. Denn hierdurch können die Arme als Greiforgane und die Lunge sich freier bewegen, die Schwerpunktslinie geht dorsoventral, wie der Thoraxdurchmesser. So haben auch gerade diejenigen Säugetiere die breite Gestalt des Brustkorbes, welche ihre vorderen Gliedmaßen nicht nur zum Tragen des Körpers, zum Laufen gebrauchen, sondern noch besondere anstrengende Arbeiten, wie Graben, Fliegen, Schwimmen, Klettern ausführen, (wie der Maulwurf, die Fledermäuse, der Fischotter, die Anthropoiden), die also auch gut ausgebildete Schlüsselbeine besitzen.

Daß ganz besonders durch das Leben auf den Bäumen, durch das Hängen an den Zweigen, durch das Zusammenschlagen der Arme über den Kopf, durch das Schwingen des Körpers von Ast zu Ast der Brustkorb erweitert wird und die Brust sich verbreitert, läßt sich bei den Affen und Halbaffen leicht beobachten und wird auch bei den Menschen, die häufig turnen, festgestellt werden können. Da beim Aufrechtgehen die Brust freier atmen und sich mehr ausdehnen konnte, so mußte auch die Stimmbildung begünstigt werden.

Dadurch, daß der Schwerpunkt des Körpers durch die Aufrechthaltung des Körpers dorsalwärts verlegt ist, muß die Lage der Lungen, der Leber, des Herzens eine andere sein, als bei den Vierfüßern, bei denen die ventrale Seite des Körpers mehr belastet ist. Die Druckwirkung äußert sich beim Menschen in sagittaler Richtung. Deshalb ist auch der dorsale Teil des Brustkorbes erheblich länger, als der ventrale: denn an ihnen sitzen die für die Statik und Mechanik der Wirbelsäule wichtigen Muskeln. Wiedersheim (l. c. S. 54) betont bezugnehmend auf die interessanten Arbeiten Hasse's, Ruge's und J. Markowski's ganz besonders die von unten nach oben fortschreitenden Rückbildungsprozesse der vorderen Brustwand,

vornehmlich des Brustbeines. Es kann festgestellt werden, daß er sich bis zur Höhe des 5. Rippenpaares emporerstreckt, und daß er zum Ausdrucke kommt:

„a) in der Verkümmerung der Knochenkerne der drei unteren interkostalen Segmente des Brustbeinkörpers;

b) in der sukzessiven (nach unten zunehmenden) Verschiebung der sternalen Ansätze der drei untersten Paare der wahren Rippen auf die Vorderfläche des Brustbeines; ferner in der Verkleinerung der Abstände zwischen den Ansätzen dieser Rippen, welche einander in der Richtung nach unten immer näher rücken, bis es schließlich zur Berührung zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Rippen derselben Seite kommt. Auf diese Weise ist die gegenseitige Verbindung der an das Brustbein sich nicht mehr ansetzenden Rippen als „Rippenbogen" zustande gekommen;

c) in der Loslösung der unteren Rippen vom Brustbein;

d) in der Bildung von Knorpelbrücken zwischen den sternalen Enden der 5., 6. und 7. Rippe."

Jene Rückbildungsprozesse im Bereich des Thorax nehmen stets ihren Ursprung vom Brustbein, und die oben erwähnten regressiven Veränderungen der Rippen (Loslösung vom Brustbein) schließen sich erst nachträglich an.

Markowski weist interessanter Weise nach, daß der Reduktionsprozeß in der linken Hälfte des Brustkorbes bereits weiter fortgeschritten ist, als rechts.

Atlas.

Jaekel, Die ersten Halswirbel. Anat. Anz. Bd. 40, 1912, Seite 609—622.

Klaatsch, Das Gesichtsskelett der Neandertalrasse und der Australier. Verh. anat. Ges. Berlin 1908.

Lehmann-Nitsche, Atlas vom Monte Hermoso. Revista del Museo de la Plata 1907. XIV, S. 143 ff. Naturw. Wochenschr. 1909 S. 657 ff.

Meyer, v., Kleinere Mitteilungen. Arch. für Anat. und Phys. Anat. Abtl. 1877, S. 168—272.

Ranke, Joh., Zur Anthropologie der Halswirbelsäule. Beitrag zur Entwicklungsmechanik der menschlichen Körperform.

Sitzungsber. d. math.-physiol. Klasse der K. Akad. d. Wiss. zu München, 1895, H. 1 (1896) S. 3ff.
Wetzel, G., Die obersten Halswirbel und die Beziehung ihrer Ebenen zu denen des Schädels beim Menschen und den Anthropoiden. Zeitschr. f. M. u. Anthrop. Bd. 13, 1910, Heft 2, S. 259—280.

Mit der aufrechten Körperhaltung des Menschen hängt die Bildung des Atlas und die der drei genetisch geschiedenen Gelenkflächen zusammen; denn nach dem Gesetz der Schwere muß er das gesamte Gewicht des Schädels tragen. Die übermächtige Entwicklung des Gehirns, die für den Menschen so charakteristische, bedingt die besondere

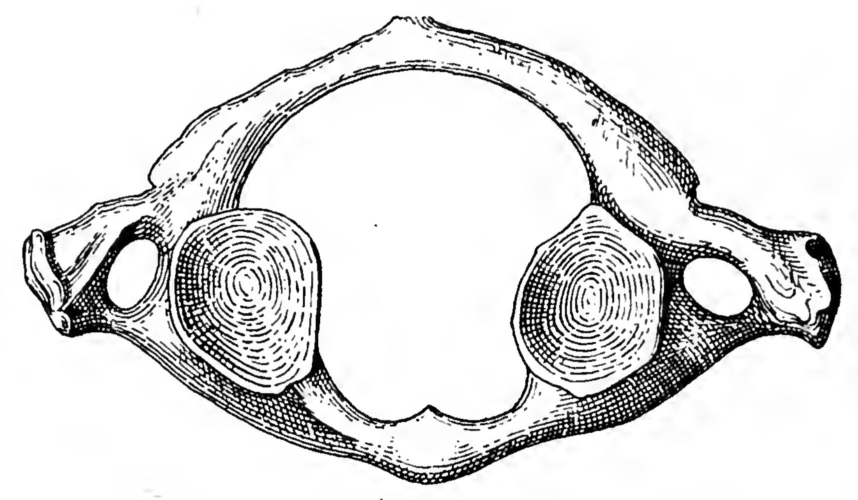


Fig. 48. Atlas, von oben gesehen.

Ausbildung des Atlas mit der nach vorn gerückten Lage seines Gelenkes am Hinterhauptsloche. So balanciert der Schädel auf ihm, ohne starke Nackenmuskeln zu beanspruchen. Höchst wichtig ist hierbei die Grundhorizontale des Schädels die Glabella-Lambda-Ebene. Damit kommen wir zum Schädel, der ja eine Fortsetzung der Wirbelsäule nach der Wirbeltheorie ist.

Der Schädel.

Mit dem aufrechten Gange steht die Knickung des Grundbeines und die horizontale Stellung des Hinterhauptsloches im innigsten Zusammenhang. Bei den Affen sind, wie schon Lucae erkannte, die drei die Schädelachse

bildenden Knochen, unteres Hinterhauptsbein und die beiden Keilbeine fast in einer Linie gestreckt, während beim Menschen eine doppelte Knickung dieser Achse eintritt, und zwar vergrößern sich beim Affen die Winkel, welche beim Menschen kleiner werden, und umgekehrt. Auch stellt sich das Hinterhauptsloch beim Menschen mit dem Alter horizontaler, beim Affen steiler. Beim *Tarsius* und dem *Anoptomorphus* ist das Foramen occipitale übrigens auch horizontal. Zweifellos sind auch die kräftigen Zitzenfortsätze des menschlichen Schädels das Ergebnis

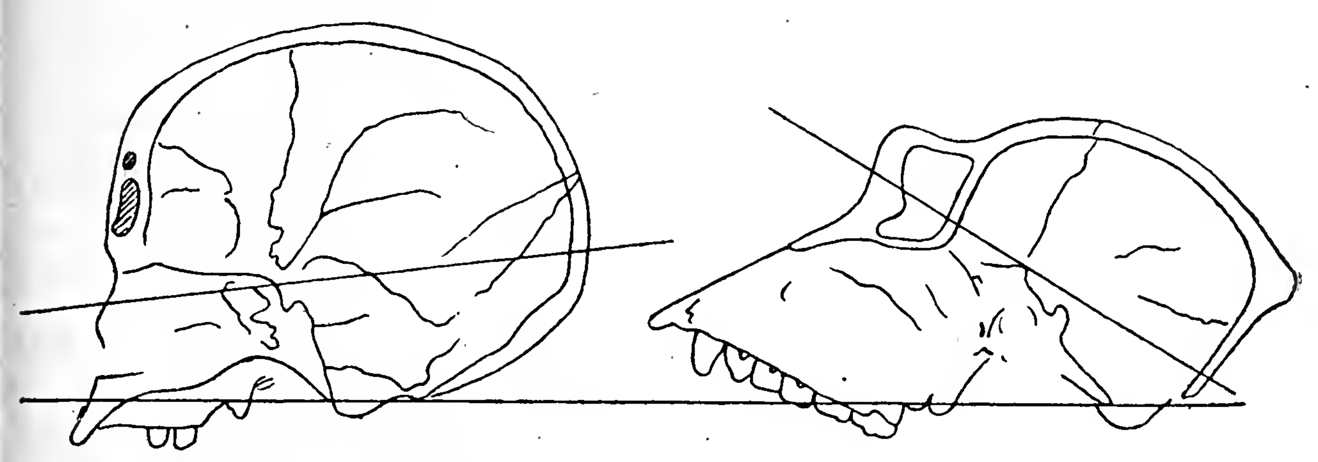


Fig. 49. Kongo-Negerin. Fig. 50. Gorilla.
Brocas Orbito-Occipitalwinkel.

seiner aufrechten Stellung. Sie fehlen beim Orang und Schimpanse. Beim Gorilla sind sie kleiner als beim Menschen (Darwin)[1].

Von der Haltung des Kopfes hängt die Lage der Augen in der Vorderflucht des Gesichtes ab. Diese ist aber andererseits von der Haltung der Wirbelsäule und bei *Anoptomorphus* von der Lage des Hinterhauptsloches abhängig. Aufrechtgehend trägt der Mensch den Kopf frei durch einfaches Balancieren. Bei dem Einschlafen im Sitzen fällt der Schädel durch sein Gewicht nach vorn über; bei den Tieren ist er dagegen hinten stark angeheftet. Beim Menschen ist die starke Nackenmuskulatur des Halses, der dadurch viel leichter beweglich geworden ist, überflüssig geworden. Wir finden sie durch besondere

1) Abstammung der Arten. 1875, S. 68.

Übung der Athletik und bei Lastträgern hervorragend ausgebildet. Beim Vierfüßer mit Ausnahme des *Tarsius* und *Anoptomorphus*[1]) liegt das Foramen occipitale an der Rückwand des Schädels, also gegenüber den Augen und parallel zu deren Achsenebene, deshalb muß das Rückgrat von hinten her an den Schädel herankommen und demnach horizontal verlaufen. Liegt dagegen das Hinterhauptsloch wie beim Menschen nicht hinten, sondern unten am Schädel, so muß, wenn die Augen nach vorn gerichtet bleiben sollen, die Wirbelsäule von unten her an den Schädel hinaufsteigen, sie muß vertikal stehen.

Ranke[2]) behauptet, daß die Lage des Hinterhauptsloches von der Größenentwicklung des Gehirnes abhängt. Er sowohl wie Bumüller[3]) gehen von der nicht begründeten Voraussetzung aus, daß der Mensch aufrecht geht, weil das Hinterhauptsloch, dessen Lage durch die gewaltige Größenentwicklung des Gehirns und hierdurch durch die Abknickung des Schädelgrundes bedingt sein soll, diese charakteristische Lage zeigt. In dieser Hinsicht ist es besonders zu bedauern, daß wir noch keinen vollständigen Schädel mit Hinterhauptsloch aus dem ältesten Diluvium besitzen, der noch besseres Zeugnis ablegt über die Körperhaltung als das Femur. Der Vormensch wird den Kopf anfangs wahrscheinlich mehr nach vorn geneigt getragen haben, wie bei alten Leuten, wohl auch mit gebeugten Knieen, solange der gesamte Körper nicht völlig gerade Haltung annahm. Das Hinterhauptsloch wanderte weiter in die Mitte, je mehr der Mensch zur aufrechten Haltung genötigt wurde. Die Vergrößerung des Gehirns kann damit Schritt gehalten haben. Birkner (Der Mensch aller Zeiten, S. 316) macht auf die Gehirneindrücke an

---

1) Kohlbrugge l. c. p. 50.

2) Über die aufrechte Körperhaltung der menschenähnlichen Affen und über die Abhängigkeit der aufrechten Körperhaltung des Menschen vom Gehirn. Correspondenzbl. der Ges. für Anthrop. 1894, Nr. 10.

3) Die Urzeit des Menschen 1904, S. 202.

der Basis des La Chapelleschädels aufmerksam, als Beweis dafür, daß der Mensch der Neandertalrasse schon eine aufrechte Körperhaltung besaß.

Nach den genannten Autoren aber ist das Gehirn des Menschen (z. B. Hasert, Entwicklung des Menschen, Graz 1912, S. 30 ist gleicher Ansicht) das den ganzen Bau seines Körpers beherrschende Organ, das Primäre. Auch Buschan[1]) läßt wohl eine dahingehende Ansicht erkennen, indem er schreibt: „Die S-förmige Krümmung der menschlichen Wirbelsäule hängt mit der Zunahme des Gehirnes und dem daraus resultierenden aufrechten Gange zusammen". Der Typus eines Tieres liegt nicht in einem einzelnen Organe, da die Gestaltung eines Organismus der Korrelation unterliegt, insofern alle Teile in gewisser Weise miteinander zusammenhängen, und wenn eines derselben sich verändert, andere fast immer gleichzeitig einer entsprechenden Umänderung unterworfen sind. So haben durch den Erwerb des aufrechten Ganges beim Menschen die meisten Organsysteme Umwandlungen erfahren, um sich den neuen statischen Bedingungen anzupassen. Die Aufrechthaltung ist aber allmählich erworben, ebenso die Größe des Gehirnes. Sie bedingte dadurch z. B. auch die Erbreiterung des Beckens. Die Anthropoiden zeigen uns deutlich, daß der aufrechte Gang die erste, die großartige Gehirnentfaltung die zweite Phase der Menschwerdung bedeutet. Die Paläontologie weist darauf hin, daß unsere Urahnen zuerst mit den Beinen Mensch geworden sind. Die Anpassung an den aufrechten Gang ist der Ausgangspunkt der Menschwerdung. Aus statischen Gründen ist diese der mächtigen Gehirnentwicklung vorausgegangen. Sie wurde durch diese Haltung eingeleitet. Es kann ein langer Zeitraum vergangen sein, in der die aufrechte Haltung bereits ihre vollkommene Entwicklung erreicht hatte, aber die Gehirnentwicklung, wie auch die Reste des *Pithecanthropus erectus* vermuten lassen, kaum über

---

1) Menschenkunde S. 207.

die ersten Anfänge hinaus gelangt war. Die Aufrechthaltung hat die bedeutende Gehirnentwicklung erst veranlaßt.

Den Anstoß zur höheren Gehirnentwicklung hat jedenfalls die Arbeitsteilung zwischen Vorder- und Hintergliedmaßen gegeben. „Die von der Aufgabe der Lokomotion vollständig befreite Hand", sagt Schwalbe mit Recht, „konnte bei wachsender Intelligenz zu einem vielseitigen Werkzeug werden". Aber durch die Übernahme wertvoller Funktionen seitens der Hand, durch das „Sich befassen" mit den Gegenständen, durch das Näherführen an das Gesicht erhält das Denkvermögen mehr Anregung zur weiteren Entwickelung. Die freiere Beweglichkeit der vorderen Extremität, die Ausbildung zur Hand durch die Opponierbarkeit des Daumens (ἀντίχεις) ermöglichte die Ausbildung der Kunstfertigkeit. Zunächst dienten die Hände, wie bei den jetzt lebenden Affen, zum Ergreifen der Früchte und der Zweige beim Herumklettern und Jagen im Baume. Befreit von der Aufgabe der Lokomotion durch die Aufrechthaltung bezw. Aufrichtung des Körpers, blieb diese Gliedmaße nicht nur Greifwerkzeug, sie paßte sich höheren Funktionen an, die über das Gewöhnliche, über Ernährung, Verteidigung und Angriff hinausgingen. Es wurden Gegenstände bearbeitet. Bei den verschiedenen Funktionen der Hand bildeten sich die verschiedenen Muskeln weiter aus, und vor allem mußte auf das Zentralorgan, welches alle Bewegungen unseres Körpers beherrscht und ordnet, eine Rückwirkung ausgeübt werden; es wurde der Anstoß gegeben zu einer höheren Gehirnentwicklung. So führt die Hand als Tast- und Fühlorgan, wie als Greifwerkzeug in ihrer nahen Beziehung zur Intelligenz, als Hauptwerkzeug im Kampfe ums Dasein, dem Gehirn fortwährend neue Eindrücke zu, die dieses zu Begriffen verarbeitet. Durch die Herstellung und Benutzung besserer Werkzeuge und Waffen vervollkommnet die Hand ihre Leistung über sich selber heraus und hilft den Menschen zum Beherrscher der belebten und unbelebten Natur machen.

Es ist also die streng durchgeführte Arbeitsteilung der Gliedmaßenpaare außer dem Erwerb der aufrechten Körperhaltung als wichtigster Faktor der Menschwerdung aufzufassen, und so kann auch die Gestalt der Hand, korrelat der aufrechten Haltung in typischer Ausbildung als Charakteristikon dienen, wie z. B. auch das Verhalten zwischen der Länge der Hinter- und Vorderextremität. Die beiden Prozesse, die große Beweglichkeit der Hand und die starke Zunahme des Gehirnvolumens werden sich wohl gleichzeitig in enger Korrelation zueinander abgespielt haben; der aufrechte Gang war die Ursache, ging in der Bildung voraus. Nach Schwalbe[1]) mußte auf den aufrechten Gang die weitere Ausbildung des menschlichen Gehirns und Schädels folgen, da die Entwicklung eines menschlichen Schädels bei einem Quadrupeden aus statischen Gründen undenkbar ist.

Cunningham[2]) weist auf die Beobachtung hin, daß das Armzentrum der vorderen Zentralwindung beim Menschen schon im sechsten Monate des Foetallebens, das Sprachzentrum viel später, erst kurz vor der Geburt sich entwickelt und glaubt, dies spreche zugunsten der Ansicht, daß die aufrechte Körperhaltung der Ausbildung der artikulierten Sprache vorangegangen ist. Da jede Entwicklung das Ergebnis mannigfacher Einflüsse der Umgebung ist, die gleichzeitig alle Teile des Körpers treffen und eine Abänderung ihrer Funktionen veranlassen, so muß sich auch der Körper als Ganzes anpassen. Der Kopf wurde durch die Aufrechthaltung des Körpers nach allen Seiten leicht drehbar und vom Erdboden weg in die Höhe gehoben. Die Augen konnten wachsamer um sich blicken, die Ohren konnten die Schallwellen der Luft besser auffangen, dem nachdenkenden Geiste konnten mehr Vorstellungsbilder verschafft werden, die Entwicklung intellektueller Fähig-

1) Die Vorgeschichte des Menschen. 1904, S. 41, p. 28.
2) Right-handedness and left-brainedness. Journal of the Anthropological Institute. July-December 1902, vol. 32, p. 273-295.

keiten wurde begünstigt. Aus der Volum- und Gewichtszunahme des Gehirns, veranlaßt durch die Aufrechthaltung des Körpers, ergab sich umgekehrt wiederum die statische Notwendigkeit der Geradhaltung.

Deshalb müssen wir, wenn wir rückblicken und zusammenfassen, als Ergebnis unserer Betrachtungen bestätigen, daß der Mensch als einziger noch lebender Bipede unter den Primaten durch die Erwerbung der aufrechten Körperhaltung und des aufrechten Ganges in allen seinen Organsystemen und nicht zum mindesten im Skelettbau gewaltige Änderungen aufweist, so daß er sich von den Anthropoiden morphologisch gut unterscheidet. Seine Wirbelsäule ist vertikal gerichtet, aber S-förmig gekrümmt, seine vordere Extremität in allen ihren Abschnitten zum vollkommenen Greiforgane, die hintere zum ausschließlichen Geh- und Stützapparat umgewandelt.

Bei den Anthropoiden ist die vollständige Aufrichtung aus mechanischen Gründen erschwert wegen der Form der Femurcondylen, der starken Retroversion der Tibia, der Kürze des Ligamentum cruciatum posterius (cf. Bloch)[1]. Die Beobachtung lehrt, dass die Hangeler die unteren Gliedmaßen besser strecken. Die Skizze (geknicktes Knie im Winkel = 90°), welche Bumüller viermal, in seiner Dissertation „Das menschliche Femur“ S. 121, in der Zusammenstellung älterer und neuerer Forschungen über Stellung und Herkunft des Menschen, „Mensch oder Affe?“, Ravensburg 1900, S. 24, in der „Entwicklungstheorie und Menschheit (1907), S. 21 und in dem 1914 erschienenen Buche „Urzeit des Menschen“ S. 205, bringt, um sich gegen Zittel's Definition der Anthropoiden „Gang meist aufrecht“ zu wenden, ist entschieden übertrieben. Das fällt besonders auf (siehe Textfigur 51 u. 52), wenn man die beiden

1) Pourquoi les anthropoides ne sont-ils pas marcheurs bipèdes? Bull. soc. d'Anthr. Paris V. 1900, S. 233 und Mollison, Die Körperproportionen der Primaten. Gegenbaurs Morphol. Jahrbuch, Bd. 42, 1911.

Skelette vom Gorilla und dem Menschen bei Ranke I, 1886, S. 421 und die von Hartmann (Die menschenähnlichen Affen, 1883, S. 61 und 73) gelieferten Abbildungen damit vergleicht. Die eine Abbildung ist Duvernoy's Des caractères anatomiques des grands singes pseudoanthropomorphes" Taf. II entnommen. Das Bild hat nach Hartmann deshalb seine Vorzüge, weil sich daran die Stellung der Gliedmaßen verfolgen läßt.

Unter Figur 11, S. 55 in Huxley's „Zeugnisse für die Stellung des Menschen" usw. zeigt sich ein gehender, nach einer Studie des berühmten Tiermalers Wolf sehr gut (nach Hartmann's Aussage S. 216) abgebildeter Gorilla. Derselbe Forscher vergleicht die Stellung des

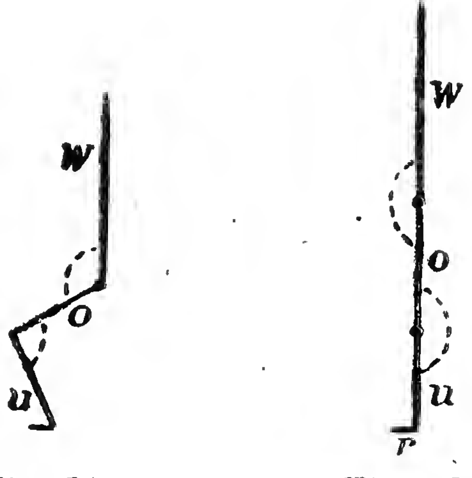


Fig. 51. Aufgerichtete Stellung des Affen nach Bumüller.

Fig. 52. Aufrechte Stellung des Menschen.

Orang mit der eines ganz alten Mannes (cf. Hartmann S. 229 und betreffs der Gibbonhaltung S. 236). Siehe auch Konrad Günther l. c. Tafel 80.

Da Bumüller das Deszendenzprinzip nicht als ein logisches Postulat der Forschung ansieht, wie die überaus große Mehrzahl aller selbständig arbeitenden Naturforscher, so macht diese Darstellung einen etwas tendenziösen Eindruck auf den Unbefangenen. Van Westrienen, „Das Kniegelenk der Primaten" (Petrus Camper, Deel 4. Abt. S. 60 1905) behauptet, daß passiv die Geradehaltung bei

Anthropoiden möglich ist. Wie wir oben (S. 72) erwähnt haben, schreibt Bumüller das Femur von Trinil einem ausgestorbenen Gibbon zu. Was die Gestalt der mit dem Schienbein im Kniegelenk zusammentreffenden Flächen desselben angeht, so zeigt sie, daß das Bein vollständig gestreckt werden kann, vor allem ist die Tuberositas glutaealis und der Trochanter tertius vorhanden, also die Ansatzstelle des infolge des aufrechten Ganges mächtig entwickelten Musculus glutaeus maximus [1]. Diese Ansatz-

1) Für Erörterungen über Weltanschauungsfragen bezw. -differenzen ist hier kein Raum geboten. Psychologisch erklärbar ist der Widerstand, welchen die Teleologen vom Schlage des Spigelius, den betreffs der clunes (cf. S. 13) der Boden entzogen wird, die Bewertung des Trochanter tertius am Triniler Femur als Ansatzstelle eines bedeutenderen Glutaeus maximus entgegenbringen. Und es wird der lebhafte Widerspruch für die Theologen von der Richtung eines Bumüller geradezu zwingend, wenn es sich darum handelt, das Femur von Trinil einem Bindegliede oder einem Menschen zuzuschreiben, zumal im Hinblick auf den primitiven, pithekoiden Schädel. Daraus glaube ich die Erklärung für die Eigenart seiner „kritisch-sichtenden Methode" (cf. Vorwort zur 3. Auflage seines Buches „Die Urzeit des Menschen". Bachem, Cöln 1914) entnehmen zu können. So ist nicht nur der Trochanter tertius unerwähnt geblieben bei der Aufstellung der Unterschiede S. 123 seiner Dissertation und bei der Beschreibung des *Pithecanthropus erectus* in S. 124 bis 138 (ebenda), sondern Bumüller vertritt diese einseitige Stellung, wie sich das verschiedentlich in seinen Arbeiten zeigt, offenbar prinzipiell. So findet er sich in dem erwähnten Buche mit dem wichtigen Friedentalschen Nachweise der Blutsverwandtschaft ab, indem er hervorhebt: Chemische Blutsverwandtschaft kann Abstammung anzeigen, aber sie muß sie nicht anzeigen. Interessant ist, wie er sich gegen den Vorwurf einer „logischen Spitzfindigkeit" (S. 213) verteidigt. Ferner möchte ich auf Seite 217 hinweisen: „Jedenfalls neigt zurzeit die Meinung der Gelehrten entschieden zur Auffassung hin, daß *Pithecanthropus* ein riesenhaft entwickelter Gibbon war, der in die angenommene Vorfahrenreihe des Menschen nicht hineingehört."

Die Leser seines Buches gehören, wie wir auf Seite 195 erfahren, vielfach gerade den theologischen und gläubigen

stelle ist nach Turner[1]) und anderen ein Kennzeichen des menschlichen Femur. Bei den Anthropoiden hält

---

Kreisen an. Ihnen wird es voraussichtlich unbekannt sein, daß auf dem Internationalen Zoologenkongress 1895 in Leyden 6 von 12 Forschern *Pithecanthropus* für ein Zwischenglied, 3 für einen Menschen und 3 für einen Affen gehalten haben, einer neigte der Ansicht zu, ihn für einen Bastard anzusehen. Aus der Fachliteratur ist den Anthropologen bekannt, daß Dames, Manouvrier, Marsh, Haeckel, Nehring, Verneau, Pettit, Schwalbe den Trinilfund für eine Zwischenform halten, daß Virchow, Krause, Waldeyer, Ranke, Kollmann, Selenka, von Zittel, Ten Kato an ihm Affenreste erkannten. Dagegen erklärten Turner, Cunningham, Keith, Lydekker, Martin, Matschie, Topinard die Fragmente für menschliche. Eine dem *Hylobates* (Gibbon) verwandte Anthropoidenform, welche mehr als eine jetzt lebende sich dem Menschen nähert, haben wohl Branca und Klaatsch darin erkannt, aber Ersterer sagt (Der fossile Mensch, 1902, S. 19 unten): „*Pithecanthropus* lehrt uns ganz Absonderliches kennen: Entweder Affe mit riesigem Gehirne: oder Mensch mit bisher unerhört kleinem Schädel. Daher E. Dubois' Deutung: Weder das eine noch das andere, sondern Bindeglied." Auf Branca kann sich Bumüller demnach nicht berufen.

Wir erfahren von Bumüller im zweiten Kapitel „Der Mensch und die Eiszeit" S. 43 desselben Buches, daß der „diluviale Mensch auch auf den Ackerbau verzichtet." Hier wird also unberechtigterweise vorausgesetzt, daß der diluviale Mensch den Ackerbau kannte. Da Bumüller von der Existenz eines tertiären Menschen nichts wissen will, so ist nach ihm der Mensch nicht auf empirischem Wege zum Ackerbau gelangt. Dem menschlichen Geiste müsste also dank dem besonderen Schöpfungsakte die Beanlagung, ja die Kenntnisse des Urbarmachens, des Züchtens der Pflanzen als besonderes Geschenk mitgegeben sein.

Der eiszeitliche Mensch ist nach Bumüller (S. 168) der Entdecker des Feuers. Woher weiß er das? Er geht wieder

Fortsetzung siehe Seite 102.

1) On M. Dubois description of remains recently found in Java, named by him Pithecanthropus erectus. Journ. of anat. and phys. Vol. 29, 1895, S. 424 und Referat im Centralblatt f. Anthrop., Ethn. u. Urg., hrsg. v. Buschan, Bd. 1, 1896, Seite 8.

Volumen und Kraftentfaltung dieses Muskels keinen Vergleich aus mit der durch funktionelle Anpassung erworbenen,

---

von der kühnen Voraussetzung aus, daß ein tertiärer Mensch nicht existierte. S. 199 finden wir, daß „das Pietätsgefühl der sogenannten Neandertalrasse klar nachgewiesen“ sei. S. 63. Die Abstammung des *Heidelbergensis* „aus einer anthropoiden Affenform ist unmöglich.“

Zusammenfassend über die Abstammung des Menschen sagt Bumüller (p. 221): „So ist es für die Naturwissenschaft noch ein Geheimnis, woher der Mensch gekommen, und das Geheimnis hat sich für sie noch vertieft, seitdem die Theorie von der monophyletischen, d. h. einheitlichen Entwicklung der ganzen Lebewelt aus gemeinsamen und gleichartigen Urzellen mit der fortschreitenden Forschung von Tag zu Tag an Stützen und Vertretern verliert.“

Wird hier nicht die allerdings vielfach umstrittene, überhaupt wohl kaum zu lösende Frage, ob monophyletisch oder polyphyletisch sich der Mensch aus den Wirbeltieren entwickelt hat, verquickt mit der heute allgemein angenommenen Ansicht, daß diese einfachen Urzellen entstammen? Es liegt zweifellos hier die Gefahr vor, daß ein Laie, der den wesentlichen Unterschied zwischen diesen Entwicklungsfragen nicht herausfindet, bezw. nicht kennt, durch eine derartige Darstellung irregeführt wird. Ich möchte auf die Erklärung der polyphyletischen Abstammung der Menschenrassen hinweisen, wie sie Steinmann in seinen „Grundlagen der Abstammungslehren“ 1) S. 266 unten gibt. Hier wird die Ansicht vertreten, daß aus einer zusammengesetzten Pithekoiden-Gattung oder aus mehreren Gattungen wiederholt unabhängig und zu sehr verschiedenen Zeiten Menschenarten entstanden sein können. Daß wir die auf getrennten Wegen systematisch zu einer „Gattung“ *Homo* vereinigen, ist nicht weniger merkwürdig, als daß wir eine Gattung *Unio* oder *Anodonta* unterscheiden. . . . .

Die Rassenkennzeichen werden wir als die phylogenetisch beharrenden ansprechen und annehmen, daß sie schon den verschiedenen Vorfahren auf der Pithekoiden-Stufe zukamen. Sind die Menschen auf verschiedenen Stammlinien aus Pithekoiden hervorgegangen, so hat sich ihr Skelett ebenso viele Male umgebildet, als es Stammlinien gibt, und es müssen dann

---

1) Engelmann, Leipzig, 1908. Siehe auch S. 107 unserer Abhandlung.

fast übergewaltig erscheinenden Entwicklung beim Menschen. Daß diese nun in direkter Beziehung zum aufrechten Gang steht, ist klar. Hier möge noch erwähnt werden, daß auch Hartmann (Die menschenähnlichen Affen, 1883 S. 79) hervorhebt, daß bei den Gibbons, wie bei den übrigen Anthropoiden, die beim Menschen häufig so deutlichen dritten Schenkelknorren (Trochanteres tertii) nur angedeutet sind. Außer diesem Merkmale führt Turner die Form des Kopfes der Linea aspera und der Fossa

---

ebenso viele phylogenetisch untereinander nicht direkt verknüpfte Zwischenstufen als *Pithecanthropus*, *Homo primigenius* usw. bestanden haben." Hieraus wird jedem klar sein, daß eine einmalige und monophyletische Abstammung mit einem einstämmigen Ursprung, wie er ja zumeist noch, auch der alten Überlieferung entsprechend, angenommen wird, im Gegensatz steht zu der geschilderten polyphyletischen und daß aus dem Einfachsten zum Komplizierteren auch parallel, also wiederholt die Entwicklungsreihen verlaufen können, wenn die Bedingungen dazu durch die gesetzmäßig wirkenden Ursachen geboten sind. Der Prozeß der Menschwerdung braucht sich also nicht nur einmal und an einem Punkte, sondern kann sich auch an verschiedenen Stellen der Erde zu derselben Zeit oder in verschiedenen Zeiten auf gleiche oder nicht ganz gleiche Art vollzogen haben. Im übrigen verweise ich betreffs des Unterschiedes zwischen Monogenismus und Polygenismus auf Hoernes „Natur- und Urgeschichte des Menschen." 1. Bd. 1909. S. 204—209. Übrigens stellt Bumüller selbst an einer anderen Stelle auf S. 5 (Fußnote) l. c. beide Theorien gegenüber und gibt eine kurze sachlich-richtige Erklärung beider Begriffe.

So wollte ich an einigen Beispielen zeigen, was heutzutage, um Bumüllers eigene Worte S. 193 zu gebrauchen, noch nicht blos in „populären" Werken, sondern sogar in wissenschaftlichen Kreisen — allerdings nicht ohne scharfen Widerspruch — vorgetragen werden kann. Das Publikum, das so leicht gutgläubig alles, was in wissenschaftlichem Gewande erscheint, als gesichertes Resultat hinnimmt, mag daraus ersehen, in welch hohem Grade für dieses selbst Vorsicht, für die Wissenschaft aber die kritische Methode unentbehrlich ist."

Im Lichte dieser Ausführungen wird es nicht sehr auffallen, daß die Stellungnahme Bumüllers in der Anthropologie eine isolierte ist.

intercondyloidea, sowie die niedere Artikulationsfläche als typisch menschliche Kennzeichen an und hält die Abweichungen vom menschlichen Typus, das Fehlen des Angulus medius, die Wölbung an der Stelle der gewöhnlichen Hohlrinne der inneren Fläche, die Unbestimmtheit der poplitealen Oberfläche und die konkave Beschaffenheit der Linea intertrochanterica, für menschliche Abnormitäten, denen man in umfangreichen Skelettsammlungen oft genug und leicht begegnet.

Wenn wir von der Annahme ausgehen, daß der Triniler Schädelrest und das Femur, welche in derselben Schicht lagerten, zusammengehören, müßte es wundernehmen, wenn dem abnorm gebildeten Schädel nicht auch ein abweichender Oberschenkelknochen entspräche.

Beim Menschen ist also, wie wir gesehen haben, vor allem die hintere Extremität zur Umwandlung gelangt, gleichzeitig damit das Becken, das Sacrum, die Wirbelsäule, der Brustkorb. Die Erweiterung der Brust unterstützte die Ausbildung des Sprachorgans und als wichtiges Produkt der Funktionsänderung, wie gesagt, die Hand und das Gehirn.

Außerdem mußten alle die Organe, Muskeln, Bänder, wie Knochen, welche irgendwie[1]) durch den aufrechten Gang in Mitleidenschaft gezogen werden konnten und die in physiologischer Korrelation zu den genannten Organen stehen, entsprechend angepaßt werden. Auch die Proportionen des Menschen, der gleichförmige Bau des Rumpf- und Extremitätenskelettes, Anpassung des Blutkreislaufes zu vertikalem Betriebe, Blutgefäßerweiterung durch den gegen die Schwerkraft fließenden Teil des Blutstromes, Interkostalvenenklappen sind Folgen der Aufrichtung der Skelettaxe.

---

1) Konrad Günther (l. c. S. 87 und 90) weist darauf hin, daß mit dem aufrechten Gange auch die Verhältnisse des Begattungsapparates zusammenhängen. Siehe auch Gerhardt, Jenaische Ztschr. f. Naturw. Bd. 39, 40. 1994, 1905 und Verhandlungen d. D. Zool. Ges. Leipzig 1905, 1906.

Da die Spongiosa eine wohlmotivierte Architektur zeigt, welche mit der Statik und Mechanik der Knochen im engsten Zusammenhang steht, so ist die Feststellung der „Linien größten Druckes und Zuges“ von hervorragender Wichtigkeit. Denn man kann im günstigen Falle an gut erhaltenen fossilen Knochenresten im Längsschnitt ablesen, ob das betreffende Wirbeltier aufrecht ging oder nicht, oder ob Übergänge vorliegen. Allerdings ist hierbei große Vorsicht geboten, da die Erscheinung nicht nur durch die Belastung, welche die Schwere des Körpers auf die Knochen ausübt, bedingt ist, sie zeigt sich auch an den Flügelknochen der Vögel, am Skelett der Knochenfische, sie erscheint da, wo Muskeln auch in der Ruhe Zug und Druck auf die Knochen ausdauernd ausüben. Höchstwahrscheinlich ist diese Erscheinung ein altes Erbstück, das sich beim Menschen weiter ausgebildet haben mag durch die Aufrechthaltung des Körpers. Otto Walkhoff hat „die diluvialen menschlichen Knochenreste in Belgien und Bonn in ihrer strukturellen Anordnung und Bedeutung für die Anthropologie“[1]) röntgographisch untersucht. Er hebt hervor, daß in den Oberschenkelknochen der aus älterem Diluvium stammenden Menschenreste die Trajektorien in einer Mächtigkeit und Eigenart ausgebildet seien, wie sie beim rezenten Menschen nicht bekannt sind; vom inneren Halsschaftwinkel strahlen im Verlauf einer großen Biegung sehr starke und zahlreiche Knochenbälkchen in den Trochanter major und die Fossa trochanterica. Hierin findet er den Beweis, daß aufrechter Gang geübt wurde. Die Struktur des menschlichen Femur ist für einseitige, die der Anthropoiden für vielseitig funktionelle Inanspruchnahme eingerichtet.

Wada[2]) unterscheidet auf Schliffen Menschen- und

---

1) Sitzungsber. anthrop.-phys. Klasse Kgl. bayr. Akad. d. Wiss. Bd. 32, H. 3, S. 305ff.

2) Über die Untersuchung der Menschen- und Tierknochen. Vierteljahrschrift der gerichtlichen Medizin. Folge 3, Bd. 37, S. 265–278.

Tierknochen dadurch voneinander, daß beim Menschen die Zahl der Havers'schen Kanäle viel geringer ist. Beim Kinde, Neugeborenen sind die Kanäle zahlreicher und weiter, ähneln darin denen des Affenknochen.

Da die Anpassung an den aufrechten Gang ganz allmählich vor sich gegangen sein wird, so haben wir zahlreiche kleinere, aufeinanderfolgende Etappen anzunehmen, vielleicht stufenweise Sprünge, bis zum rezenten Menschen. Wären die Reste der vorweltlichen Menschen nicht so sehr selten, könnten wir eine stattlichere Sammlung aus den verschiedensten Erdteilen verschiedener Epochen überschauen, so würden wir einer Menge Arten gegenüberstehen, die aus den Urprimaten entstanden, ineinander übergehen.

Während der geniale Systematiker Linné den Menschen nur als Gattung von den Affen trennte, sie beide mit *Lemur* in die Ordnung der Primaten stellte, gründeten Blumenbach, Cuvier und Owen für den Menschen eine besondere Ordnung, und zwar von der Auffassung ausgehend, daß sie als Zweihänder den Vierhändern gegenübergestellt werden müssen. Huxley[1]), welcher zuerst[2]) festgestellt hat, daß die Anthropoiden zwei Greiffüße besitzen, schlägt die Unterscheidungsmerkmale nicht höher als Familiencharaktere an. So findet auch Charles Darwin[3]), wie viele andere Biologen nach ihm, den Unterschied nicht groß. „Wäre der Mensch nicht in der Lage gewesen, sich selbst zu klassifizieren, so würde er niemals auf den Gedanken gekommen sein, eine besondere

---

1) Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur. Übersetzung. Braunschweig 1863.

2) Der griech. Arzt Claudius Galienus von Perganus hatte im zweiten Jahrhundert nach Chr. bereits darauf hingewiesen, daß der Affe zwei Hände und zwei Füße hat, wie der Mensch.

3) Die Abstammung des Menschen und die gesellschaftliche Zuchtwahl. Übers. von Carus. Stuttgart 1875, S. 195. Descent of man 1871.

Ordnung zur Aufnahme seiner selbst zu errichten". Nach Haeckel gehören zur Legion der *Primates* die drei Ordnungen *Prosimiae, Simiae* und *Anthropi*. Robert Hartmann schlägt vor, die ganze Primaten-Ordnung in drei Familien zu trennen: 1. *Primarii* (Mensch und anthropomorphe Affen), 2. *Simiae*, 3. *Prosimiae*. Zittel teilt die Ordnung Primates in die drei Unterordnungen *Prosimiae, Simiae* und *Bimana*.

Um aus neuerer Zeit der großen Reihe der Anthropologen ein Beispiel zu entnehmen, so teilt Konrad Günther[1]) die Ordnung der Primaten in folgende vier Unterordnungen ein: 1. Platyrhinen, 2. Katarhinen, 3. Anthropoiden, 4. Anthropinen oder Menschen. Mahoudeau[2]) gelangt zu folgender Charakteristik für die erste Familie der Primaten: „Die Menschen sind Primaten, deren obere Gliedmaßen von jedweder Lokomotionsfunktion befreit, die Bedeutung von Tast- und Greiforganen besitzen, deren Körperhaltung aufrecht und deren Gangart ausschließlich zweifüßig ist. Dieser Familie ist der Name „Hominiden" beigelegt. Bumüller, dessen Arbeit über das Femur hier Berücksichtigung gefunden hat, hält die Behauptung aufrecht, daß der Mensch nicht in die systematische Reihenfolge der Affen paßt. Mit einer derartigen Negation ist die genauere Stellungnahme nicht klargelegt. Aus seinen tendenziös gehaltenen Veröffentlichungen ergibt sich, daß dieser Autor[3]) nicht auf dem Boden einer vorurteilslosen Behandlung des Problems der Entstehung des Menschengeschlechts steht, also nicht auf dem allgemein deszendenztheoretischen Standpunkte mit Anwendung auf den Menschen.

---

1) Vom Urtier zum Menschen. S. 110. Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart.

2) La locomotion bipède et la caractéristique des hominiens. Rev. mém. de l'Ecole d'Anthropol. de Paris. Bd. VI, 1896, p. 233.

3) Die Entwicklungstheorie und der Mensch. 1907. Die Urzeit des Menschen. Cöln 1914, S. 5. Siehe S. 100 unserer Abhandlung.

Kein anderes bipedes Wirbeltier zeigt eine so großartige Anpassung an den aufrechten Gang und die gerade Haltung. In dieser Hinsicht steht der Mensch den anderen Lebewesen gegenüber, aber nicht ohne Vermittelung. Er steht wohl an der Spitze, da die Natur nach dieser einen Seite hin eine überaus hohe spezifische Ausbildung erreicht hat, aber die Gibbons zeigen hinsichtlich der Aufrechthaltung den Übergang. Die mit der Körperhaltung zusammenhängenden Merkmale sind für die Klassifikation von hoher Bedeutung, zumal sie mit der intellektuellen Ausbildung im Zusammenhang steht. Es darf aber keine einseitige Ansicht Platz greifen bei Beurteilung verwandtschaftlicher Beziehungen im sogenannten natürlichen Systeme, bei dem es sich übrigens stets um künstliche Abstraktionen des menschlichen Geistes handelt. Vielmehr müssen über den gesamten Komplex der Lebenserscheinungen, welche auf Ähnlichkeitsabstufungen hinweisen, alle Organe und Modifikationen innerhalb der engeren Verwandtschaft kritisch verglichen werden. Es kann uns darum auch nicht wundernehmen, daß die inviduellen Auffassungen der Spezialisten auch hier auseinandergehen.

Wir wollen uns nun mit der wichtigen Frage, soweit sie mit unserem Thema zusammenhängt, beschäftigen, wie tief wir die Wurzel des Menschengeschlechtes zu suchen haben. Vielfach ist die Ansicht vertreten, daß der aufrechte Gang eine nicht sehr weit in der Stammesgeschichte zurückliegende Neuerwerbung ist.

Direkt von den jetzt lebenden Anthropoiden den Menschen abzuleiten, findet bekanntlich wenig Unterstützung, zumal der Mensch im Tertiär höchstwahrscheinlich bereits existierte[1]). Uns interessiert hier der Grund von Schwalbe (Vorgeschichte des Menschen S. 43), nämlich weil dann angenommen werden müßte, daß in der Abstammungsreihe sich zunächst, infolge eines intensiven

---

1) Es dürfte die Tätigkeit des Menschen mit dem Miocän begonnen haben.

Baumlebens, die oberen Extremitäten gewaltig verlängert und sodann bei Wiederaufnahme des Ganges in der Ebene verkürzt hätten. Nach Selenka zeigt der junge, noch nicht geborene Gibbon noch völlig wohl proportionierte Arme, und erst nach und nach wachsen sich die Arme zu jenen enormen Akrobatenhaken aus. Dem biogenetischen Grundsatze gemäß müßte der Gibbon von einem kurzarmigen Vorfahren abstammen. Die Annahme der abwechselnden Verlängerung und Verkürzung der Gliedmaßen bei Tierformen geradliniger Abstammung widerstreitet allerdings der Erfahrung, daß die einmal eingeschlagene Richtung in der Spezialisierung nicht wieder rückgängig gemacht werde. Immerhin ist es glaubhaft, daß ein wiederholter Wechsel in der stärkeren Ausbildung und Verkürzung eines Organes erfolgen kann. Aus den Arbeiten Manouvriers (L' Etude sur les rapports anthropométrique etc.) ersehen wir z. B., daß, während die Städter im allgemeinen kurzfüßiger und kurzhändiger erscheinen, sich die Rustizität oft erkennen läßt an den durch Muskelarbeit gestärkten Gliedmaßen, die länger auftreten. Ebenso ist bekannt, daß man hiernach sexuelle Unterschiede vielfach festgestellt hat.

Mit Bewertung der Krümmung des Femur als Kennzeichen ist es ähnlich, deshalb warnt mit Recht Schwalbe vor dem voreiligen Gebrauche der Bezeichnung „pithekoid". Es gibt kurzbeinige und langbeinige Menschen, die ersteren sind meist Brachycephale, die letzteren Dolichocephale. Wenn nun die Gliedmaßen eine so geringe Beständigkeit im Größenverhältnis zeigen, so ist es wohl erklärlich, daß durch intensiveren einseitigen Gebrauch während eines großen Zeitraumes eine Verlängerung und durch völligen Wechsel der Funktion, welche Schonung der betreffenden Gliedmaßen nach dieser Richtung veranlaßte, weil die zum Klettern gebrauchten Arme weniger in Anspruch genommen werden, eine Reduktion eintrat. Vielleicht darf man hier auf Versuche hinweisen, welche in verhältnismäßig kurzer Zeit auf einem anderen Gebiete angestellt sind. Durch

Vermehrung und durch Verminderung des Salzgehaltes eines Aquariums kann man dasselbe Tier zu sehr verschiedenem Aussehen und schließlich wieder in den Anfangszustand zurückbringen. Derartige vornehmlich von Jacques Loeb ausgeführte Versuchsreihen für die Entwicklungsmechanik bringen doch immerhin den Gedanken nahe, daß kein zwingender Grund vorliegt für die Ableugnung einer wechselartigen Bildung in der Größe der Gliedmaßen bei völliger Abänderung der Funktion während einer langen Zeitdauer. Erscheinungen, wie die Flossen der Waltiere, die sich aus den fünfteiligen Gliedmaßen ihrer Vorfahren rückgebildet haben können, sind vielleicht Parallelerscheinungen, dürfen hier nicht irreführen. Sie können nicht zur Unterstützung der Behauptung beigebracht werden, daß die höheren Formen, die geradezu verloren gegangen sind, später von neuem erstrebt sind. Denn das Alter der Abzweigung der Cetaceen liegt sehr im Dunklen. Steinmann[1]) leitet diese durch Lebensweise und fischähnliche Gestalt von allen übrigen Säugern abweichende Ordnung von Meersauriern ab, denen sie auch ähnlich erscheint.

Daß der Erwerb des aufrechten Ganges noch nicht weit zurückliegt, will man daraus folgern, daß einzig und allein der Mensch bei der Geburt noch nicht die Körperstellung der Eltern besitzt, daß trotz der schon intrauterin sich vollziehenden Änderungen der Körperteile des neugeborenen Menschen noch nicht oder weniger derjenigen der Vierfüßer entspricht. Es ist ja nun richtig, daß erst im Laufe der ersten anderthalb Lebensjahre diejenigen Umwandlungen im Rumpf- und Extremitäten-Skelett eintreten, die den aufrechten Gang ermöglichen und daß der Mensch in seiner Ontogenie sowohl im intra- wie im extrauterinen Leben eine Reihe von Zwischenstadien vom Quadrupeden zum Bipeden durchlaufen muß. Aber — ist

---

1) Die geologischen Grundlagen der Abstammungslehre, Leipzig 1907.

es nicht mit der nach dem Ausschlüpfen erfolgenden Ausbildung des Flugvermögens der vorzüglichen Flieger unter den Carinaten, welche zu den Nesthockern gehören, ähnlich? Auch sie müssen erst, nachdem postembryonal die Flugwerkzeuge zur völligen Entwicklung gelangt sind, das Fliegen erlernen. Aber die ältesten Vögel waren echte Carinaten (cf. Fürbringer, Dames, Marsh). Wohl die meisten Anthropologen, wie auch Wiedersheim, Schwalbe und Réné Quinton[1]), sind sich darin einig, daß die nahe Verwandtschaft des *Homo sapiens* mit fossilen Anthropoiden zuzugeben ist, wenn sie auch der Ansicht sind, daß die Charaktere der Menschen, welche im Bipedismus ruhen, sehr altertümlich sind, älter als die der Carnivoren und der Huftiere.

Wenn von Wiedersheim etwa hundert rudimentäre Organe am menschlichen Körper gezählt werden, welche auf eine sehr weit zurückgehende Verwandtschaftsreihe der Vertebraten hinweisen sollen, so muß man berücksichtigen, daß, eine ähnliche Sorgfalt in der scharfsinnigen Untersuchung, vor allem eine gleiche Fülle des Beobachtungsmateriales vorausgesetzt, derartige, auf eine weit zurückliegende gemeinsame Wurzel hinweisende Erscheinungen bei den Anthropoiden vermutlich ebenfalls in Menge für die vergleichende Anatomie vorliegen würden zur Bestätigung, daß die Primaten sich schon sehr früh aus der allen Säugern gemeinsamen Wurzel abgezweigt haben. Cope (*Anaptomorphus Homunculus*), Döderlein, Steinmann, Topinard, sowie Gaudry betonen Beziehungen der Primatenformen zu den primitivsten Huftieren (*Condylarthra*), halten aber auch an der Zugehörigkeit des Menschen zu den Affen fest.

---

1) La grande revue 1905. La revue des idées. 15. Jan. 1904. Fürbringer, Untersuchungen zur Morphologie und Systematik der Vögel 1, 7. Amsterdam 1888, Marsh, American Journ. of Sciences and Arts. 1870. Vol. 99, S. 205, 1872, 103, S. 360. Dames, Über Archäopteryx. Pal. Abt. 1884, Bd. II.

Angesichts der palaeontologischen Andeutungen ist es immerhin wahrscheinlich, daß fossile Lemuriden die gemeinsamen Vorfahren des Menschen und des Affen sind. Auch Martin (II, 148) führt den Stamm auf *Tarsius* zurück. Unter den Lemuriden soll *Propithecus* eine aufrechte Haltung annehmen (nach Milne-Edwards und Grandidier)[1]. Des geraden Femur der Lemuriden und Pachylemuriden ist bereits oben Erwähnung geschehen (S. 65). Der Palaeontologe Cope wollte im Hinblick auf die Femurstreckung die Wurzel des Menschengeschlechtes bei dem alten ausgestorbenen Lemuriden des Eocaens suchen.

Wenn es sich um eine selbständige, weit zurückgehende Abzweigung aus der langen Reihe der älteren (eocaenen) Vorfahren der Primaten handelt, so könnten die gemeinsamen Vorfahren ihre hinteren Gliedmaßen abwechselnd zum Gehen und Klettern gebraucht haben, in der weiteren Entwickelung könnte sich beim Menschen nur die erste, beim Affen vorwiegend die zweite Fähigkeit ausgebildet haben.

Steinmann[2]) läßt, wie S. 102 bereits erwähnt, den Menschen aus vielen Wurzeln, also nicht nur einmal, sondern mehrfach entstehen. Äussere ähnliche Verhältnisse sollen öfter pithecoide Wesen gezwungen haben, menschlich zu werden, die Rassenunterschiede seien die Reste und Zeichen der verschiedenen Herkunft. Phylogenetisch nicht verbundene Etappenstufen (wie *Pithecanthropus*, Neandertaler usw.) seien je die Vorstufen der verschiedenen Stämme. Mit dieser äußerst schwierigen Frage hat sich die Palaeontologie bei Behandlung der Stammbäume öfter zu beschäftigen, ohne mehr erreichen zu können, als scharfsinnige Hypothesen aufzustellen.

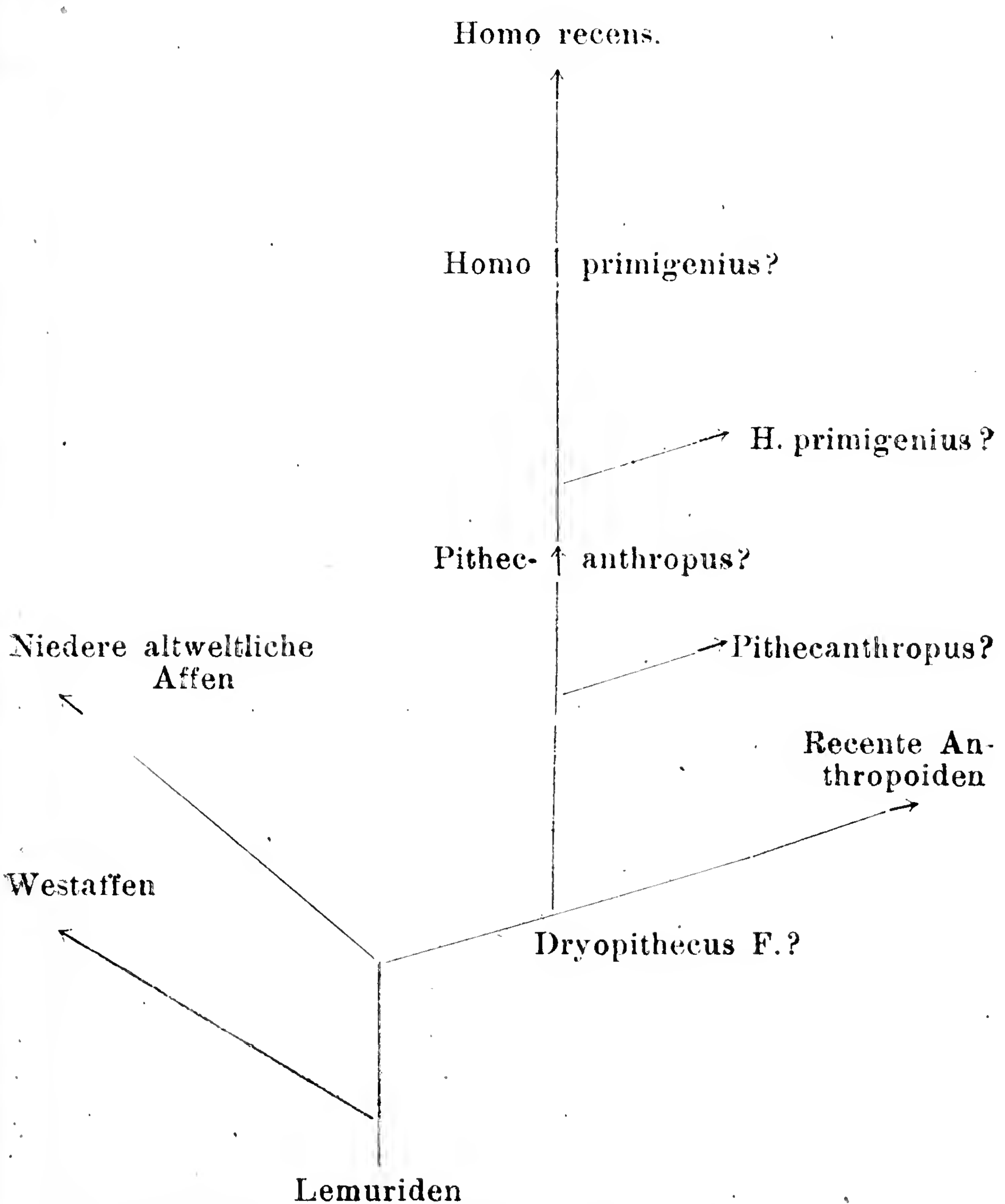
Klaatsch sieht bekanntlich den Klettermechanismus

---

1) Cf. Kohlbrugge, l. c. S. 50 unten.

2) Die geologischen Grundlagen der Abstammungslehre. Leipzig, Engelmann, 1908, S. 266.

als ursprünglich an und läßt aus einem platten Greiffuß durch die Bildung eines festen nach innen offenen Gewölbes zu einem Stand- und Gangfuße werden, durch das beim Erklettern einzeln stehender, hochstämmiger Bäume



Schematischer Stammbaum des Menschen nach Schwalbe[1].

geübte Anstemmen an den Stamm. Daß diese Erklärung sehr gezwungen erscheint, da diese ungewöhnliche Bewegungsart nicht kontinuierlich einwirkt, ist bereits oben

1) Vergl. auch Steinmann und Döderlein, Elemente der Paläontologie.

bei Behandlung der Fußwölbung erwähnt. Die Stärke und die Opponierbarkeit der Großzehe könnte sich durch die Kletterübungen herausgebildet haben. Die Übergänge zum Kletterfuße, die der neugeborene Mensch, die niederen Rassen, die Anthropoiden und bodenlebigen Affen in allen diesen Punkten zeigen, deuten die Abstammung unseres Fußes vom Kletterfuße an.

Im Tierreiche hat sich der aufgerichtete Gang mehrfach wiederholt. Die Dinosaurier und Vögel, unter letzteren von den „Steißfüßlern" besonders die Pinguine, bei denen wohl das Rückgrat, aber nicht die unteren Extremitäten gestreckt sind, weisen darauf hin, daß auch in dieser Beziehung Konvergenzerscheinungen auftreten können. Sie stellen sich ganz unabhängig von geologischen Zeiten ein, wenn die Körperlast von der Hinterextremität getragen werden soll. Hierbei verkürzen sich die vorderen Gliedmaßen, verändert sich das Becken, das Sacrum, das Rückgrat usw. So paßt sich der Organismus allmählich den neuen Lebensbedingungen an. Man denke an *Phenacodus primaevus* aus dem unteren Eocaen, *Iguanodon*, Känguruh, *Alactaga* usw.

Die größeren Längen der Hinterextremitäten stellen einen primitiven Zustand dar; es fällt also beim Menschen diese entsprechende Ausbildung weniger auf, wenn man von der Fußwölbung zunächst absieht. Und was die Umbildung der vorderen Gliedmaßen zu Armen mit vollständigen Greifwerkzeugen, den Händen betrifft, so wird mit Vorliebe auf die Chirotherien hingewiesen und auf die Urhand der Creodonten. Aber von ersteren kennen wir nur Fußabdrücke, die der berühmte Palaeontologe Owen[1]) und andere (z. B. Koken[2]), Zittel) für Fußspuren von salamanderähnlichen Labyrinthodonten ansprechen. Sie zeigen deutliche Eindrücke von Krallen[3]), und aus der relativen

---

1) Owen, R., Transactions geol. Soc., London 1841, vol. VI.

2) Vorwelt 1893, S. 260.

3) Die Galeopithecidae und Chiromysidae haben allerdings auch Krallennägel.

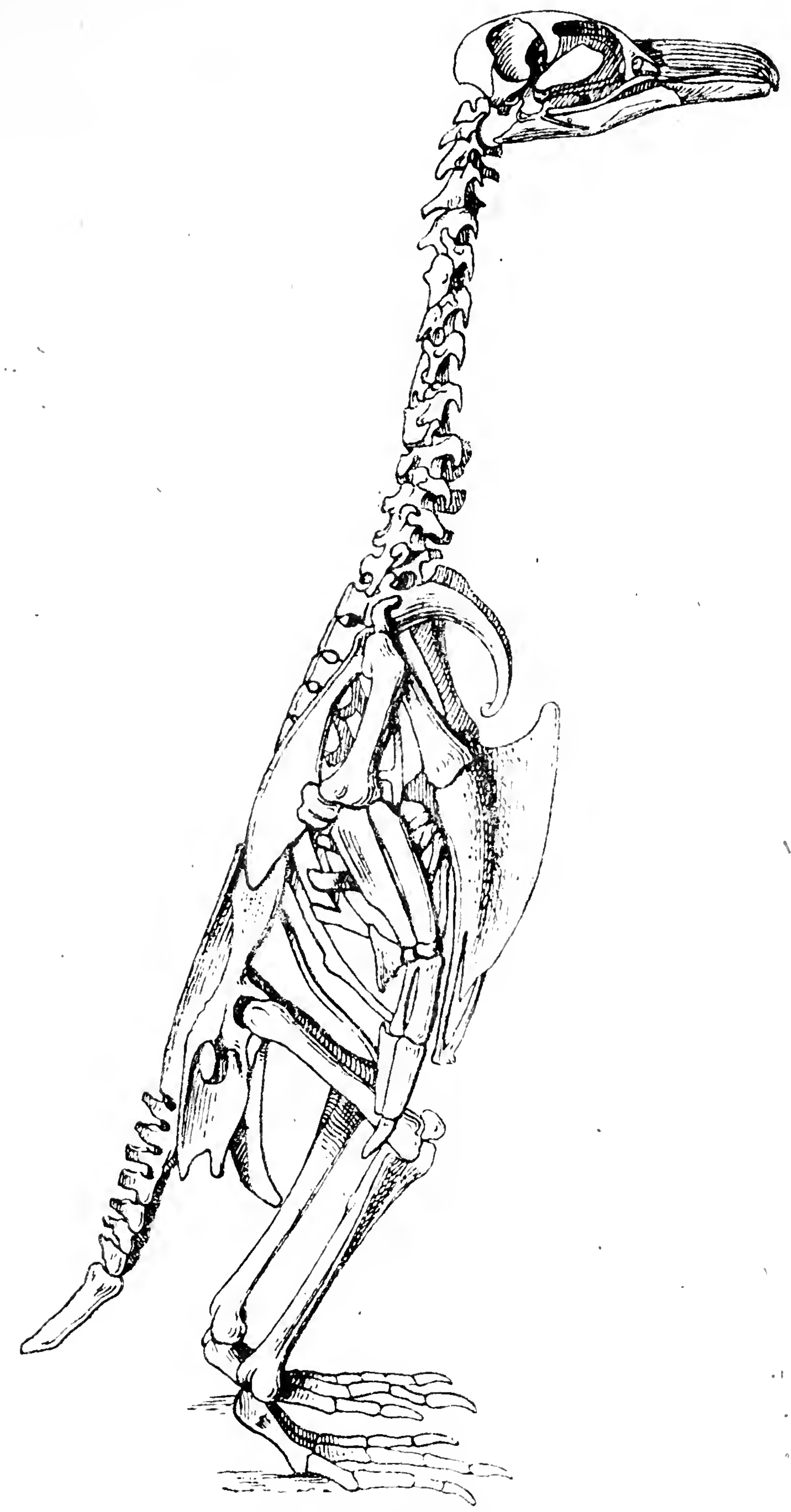


Fig. 53. Spheniscus demersus Lin.,
Brillenpinguin, nach Wagner.

Größe und der Stellung der Fußstapfen kann man mit Sicherheit schließen, daß die Tiere sehr viel kleinere Vorderextremitäten besaßen und daß sie diese in eine Linie setzten resp. übertraten, ähnlich vielen Reptilien und

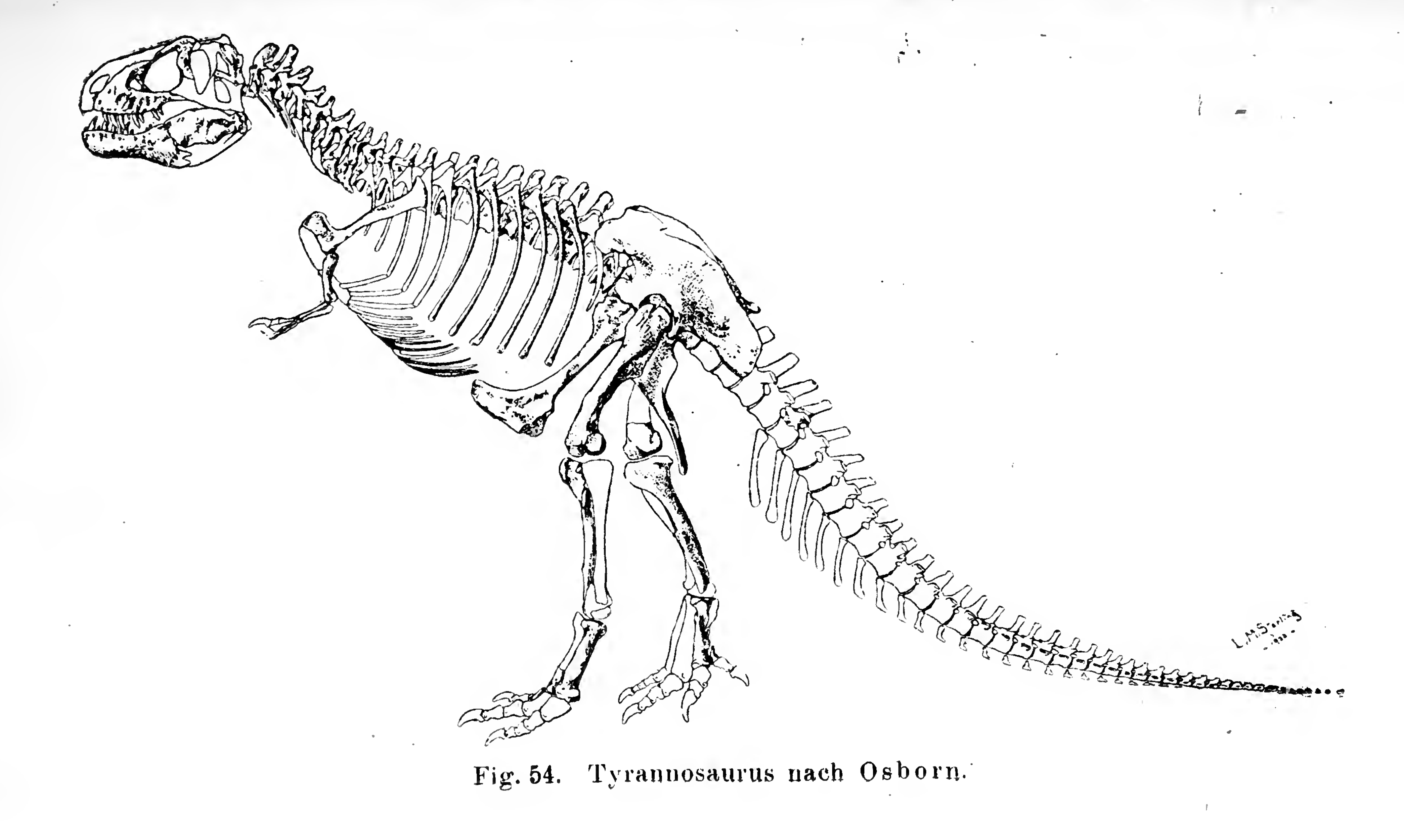


Fig. 54. Tyrannosaurus nach Osborn.

Amphibien. Deshalb mutet es eigentümlich an, wenn Klaatsch (auch Alsberg) von der Meinung ausgeht, daß die Einrichtung der menschlichen Hand unter Hinweis auf die problematische Natur der Chirotherien ein uraltes, von der gemeinsamen Vorfahrenform des Menschen und der Säugetiere her auf den *Homo sapiens* übertragenes Erbstück darstellte.

Es dürfte angebracht sein, Klaatschs Hypothese, wie er sie in den Ergebnissen der Anatomie[1]) zusammenfaßt, hier in Folgendem wiederzugeben: „Im Palaeozoikum existierte bereits eine Stammgruppe von Landwirbeltieren, welche in ihren Extremitäten die vollen Primatencharaktere besaß, mit fünf Fingern und opponierbarem ersten Gliede an Hand und Fuß. Die Abdrücke der Fährten dieser Chirotherien in den Schichten des Karbon, Perm und der Trias zeigen uns die weite Verbreitung dieser Formen (Amerika, Europa, Südafrika). Aus dieser Stammgruppe schieden sich allmählich alle jene Formen aus, welche die mannigfachen Umbildungen der Gliedmaßen erfahren, die wir bei den schwimmenden und fliegenden Formen antreffen. Der Rest behielt die kletternde Lebensweise bei und entwickelte sich nur bezüglich des Gehirnes weiter, ohne Umbildung der Gliedmaßen. In der Tertiärperiode waren die einzelnen Säugetiergruppen abgespalten bis auf den Rest, der nun als eigentliche Primaten uns entgegentritt, bezüglich der Gehirnentfaltung in jeder Periode den jeweils existierenden anderen (einseitig entwickelten) Formen überlegen. Zu dieser Annahme einer relativ höheren Hirnentwicklung des Menschen werden wir gedrängt, und so erblicke ich in ihnen den Rest der alten Stammgruppe, welcher auf dem einen Wege sich konstant weiter entwickelt hat, ohne die Abwege der anderen Säugetiere mitzumachen. Von diesem Standpunkte aus kann man an den fossilen Resten des Menschen keine spezifische

---

1) 1899, Bd. 9, S. 494.

Tierähnlichkeit der Menschen erwarten und sie werden auch nicht angetroffen."

Weder von den jetzt lebenden noch von den fossilen (miocaenen und pliocaenen) Affen darf nach Klaatsch[1]) die Abstammung des Menschen abgeleitet werden. Der *Pithecantropus erectus*[2]) zeige trotz des in der Nähe vorgefundenen Femur keine Menschenähnlichkeit. „Die Rundung des Planum popliteum, die Streckung des Schaftes, die typische, äffische Gestaltung der Gelenkfläche für die Patella, schließen einen direkten Vorfahrenkonnex mit dem Menschen aus und gestatten nur Anknüpfung an weit zurückliegende Primatenahnen. Ob wirklich das Prädikat „*erectus*" berechtigt ist, erscheint mir zweifelhaft, nach dem isolierten Femur müßte man dasselbe einem Ateles auch zugestehen. Die Streckung des Schaftes hat jedenfalls mit der Haltung des Beines im ganzen wenig zu tun, denn *Lemur* z. B. hat ein ganz gerades Femur."

Hieraus ist hinreichend ersichtlich, dass Klaatsch zu weitgehende Schlüsse zieht aus dem Vorhandensein bzw. Fehlen einzelner anatomischer Merkmale, die eben bei der bekannten spezifisch menschlichen Geradehaltung des Körpers eine Rolle spielen. Übrigens legt er im Besonderen zuviel Wert darauf, daß das offenbar menschliche Femur nicht gerade in allernächster Nähe beim Schädelfragment gefunden ist. Es steht aber fest, daß sie in derselben Schicht, in welcher wohl viele (400 Kisten voll) anders gestaltete Säugetierformen, aber sonst keine menschenähnlichen, auftraten, sich vorfanden. Auf der anderen Seite baut er bei der gerade in anthropologischer Beziehung überaus großen Lückenhaftigkeit der Überlieferungen zu kühne Hypothesen auf, indem er sich auf oberflächlich bekannte Abdrücke und einzelne Reste stützt, die über weit voneinander stehende Formationen hinweg ohne verwandtschaftliche Beziehungen zueinander stehen und als Kon-

1) Ergebnisse der Anatomie, Bd. 12, S. 644.

2) Verhandl. der anatom. Gesellschaft. Bonn, 1901.

vergenzerscheinungen angesehen werden können. Diese spielen aber in der Palaeontologie eine große Rolle. So kann Autor auf ein von ihm gefundenes Testobjekt eines devonischen Fisches (*Typodus glaber*) hinweisen, dessen einzelner Zahn dem Unterkieferast mit eingekeilten Eck-, Lücken- und Mahlzahn mit seinen Lamellen täuschend ähnlich sieht[1]). Diese augenfällige Konvergenz, welche wohl durch gleichen Nahrungserwerb bedingt wird, darf uns nicht zur Irreführung verleiten. Die Saurier bieten bekanntlich Fälle genug, in denen durch anatomische Differenzierung einzelner Teile Formen aus anderen Tierklassen nachgeahmt werden. Der Entenschnabel eines *Ornithorhynchus* liefert ebensowenig den Beweis für die Abstammung dieses Tieres von der Ente oder überhaupt von den Vögeln. Man denke an den Metatarsus der Dipodiden und den Vogellauf.

Da das Handskelett eines Amphibiums der idealen Grundform nahekommt, welche aus dem Schema der Brustflosse eines Urfisches (cf. *Ceratodus*) hypothetisch erklärt wird, so könnte man ebenso kühn die Wurzel des Menschengeschlechts direkt mit den Lurchfischen zusammenbringen. Aber was wir nicht wissen, ist unendlich viel, was wir wissen, nur Stückwerk. Die Tendenz, möglichst weit entfernt von den Anthropoiden die Verwandtschaft des Menschen zu suchen, ersieht man deutlich aus dem Unbeachtetlassen der vielen übereinstimmenden Merkmale, des Besitzes einer einzigen, scheibenförmigen Plazenta. Die Friedenthalschen Experimente, welche die Blutsverwandtschaft vor Augen führen, besagen ungleich mehr als alle hypothetischen Aussprüche, aus denen Klaatsch folgert, „daß nie eine ‚spezifische Tierähnlichkeit des Menschen aus den fossilen Resten angetroffen werden soll.“

Wenn Scheuchzer 1726 seinen *Andrias* in den vorliegenden Saurierresten fand, urteilte er dem damaligen

---

1) Siehe Winterfeld, Zeitschr. d. D. geol. Gesellsch. 1898, p. 28/29 und Abbildung.

Standpunkte der Wissenschaft gemäß. Wir dürfen uns durch den Anblick der Chirotherien-Abdrücke nicht verleiten lassen zu einer Annahme, welche einer großen Fülle wissenschaftlicher Erfahrungen entgegensprechen. Darum erübrigt es sich hier, die von Stratz[1]) geschilderte Molchmaus zu verfolgen.

Nicht minder bedeutsam und schwierig ist die Frage nach der Ursache des Erwerbes der aufrechten Körperhaltung. Für Manche ergab sich die Notwendigkeit der Angewöhnung des aufrechten Ganges für die Urahnen des Menschen aus dem Umstande, daß sie sich, wie die im Kampfe gereizten Bären in die Höhe richten und dem Feinde aufrecht entgegengehen mußten. Das zeigt noch jetzt der Gorilla im Kampfe mit dem Menschen. Aber während diesen die Stärke des Gebisses und den Bären außerdem die Kraft der mit großen Krallen bewaffneten Tatzen unterstützte, war der Mensch aller dieser natürlichen Hilfsmittel bar, vielmehr genötigt, hochgerichtet im Angriff und in der Verteidigung auf der Hut zu sein. Die physische Unterlegenheit den vielen starken Feinden gegenüber veranlaßte die Vorfahren der Menschen, sich über die Tierwelt zu erheben. Aber die Vormenschen sind, wenn auch Jahrtausende hindurch, nicht beständig in Kampfesstellung gewesen, ein halbaufgerichteter Gang genügte für die kurze Dauer des Kampfes. Wahrscheinlicher ist wohl, daß die auffällige Verlängerung der Arme, wie sie sich beim Klettern heranbildete, die Veranlassung gab zum Aufrechtgehen. Aus dem Hangerer, der sich aus dem Kletterer gebildet hatte, entstand der bipede Wanderer. Rossi[2]) glaubt, daß der Aufenthalt in einer bergigen Landschaft von einem förderlichen Einflusse auf die Erhebung des Körpers gewesen sein mag. Man könnte aber unter Hinweis z. B. auf das Känguruh, auch auf *Alactaga*

1) Zur Abstammung des Menschen, Stuttgart (Enke) 1906.

2) Quelques cas d'adaptation. Origine de l'homme. Compt. rend. Acad. Sc. I, 151 Nr. 18, S. 742—746.

ebensogut das Leben in der Steppe[1]) als begünstigendes Moment anführen. Douvillé[2]) scheint nicht annehmen zu wollen, daß der Mensch älter als die Eiszeit, bzw. Pliozän (ältere Pampas), sei. Er glaubt, daß durch diese Klimaänderung aus Urwald Pampas geworden sei und sich die überlebenden Affen angepaßt hätten durch die Aufrechthaltung, sie hätten sich zu bipeden Gängen ausgebildet.

Der Anthropoide führt uns heute auch noch vor Augen, wie er sich von einzeln stehenden Bäumen abspringend zu anderen aufgerichtet auf den Hinterfüßen fortbewegt und wie der aufrechte Gang also angebahnt sein mag.

In dieser Beziehung führt G. Steinmann[3]) interessanter Weise aus: „Die Ursachen für den Erwerb des aufrechten Ganges können in natürlichen Veränderungen der Lebensbedingungen gegeben sein. Wenn z. B. eine Waldgegend, die von affenartigen Vormenschen bewohnt war, einem allmählichen Klimawechsel anheimfiel, wie er sich häufig im Laufe der Erdgeschichte vollzogen hat, derart, daß die Niederschläge spärlicher wurden und infolgedessen der geschlossene Wald sich in eine Parklandschaft auflöste und schließlich zum Buschlande würde, so könnten jene Wesen ihre kletternde Bewegungsweise nicht beibehalten. Entweder mußten sie, wie die Paviane es tun, sich auf allen Vieren schreitend bewegen, oder, falls ihre Nahrung hauptsächlich aus Beeren, Knospen und Blättern von Sträuchern, aus Vogeleiern u. dgl. bestand, immermehr eine aufrechte Stellung und Fortbewegung annehmen, zumal wenn sie, wie die Menschenaffen, sich schon gelegentlich zweibeinig bewegten. In dieser

---

1) Hilzheimer, Handbuch der Biologie der Wirbeltiere. Stuttgart 1913.

2) Bulletins de la Société d'Anthropologie de Paris (1867?).

3) Die Eiszeit und der vorgeschichtliche Mensch. 1914. Seite 78.

Änderung lag nun zugleich der Keim zur Fortentwicklung ihrer Sinne und ihrer Intelligenz."

Nachdem wir uns nun mit der Gegenwart und durch Benutzung der Palaeontologie mit der Vergangenheit beschäftigt haben (mit *Homo sapiens* und *Pithecanthropus erectus*), möge zum Schluß auch die Frage nach dem Zukunftsmenschen, dem *Metanthropus*, berührt werden. Welches ist wohl die Zukunft des menschlichen Körpers? Hat er Charakter und Zähigkeit genug, um äusseren Einflüssen lange zu widerstehen, oder ist er jenen extremen Formen der Palaeontologie gleichzustellen, den spröden Typen, die in ihrer Abweichung von ihrer Urform die notwendige Bedingung kurzer geologischer Dauer, den Keim des Todes in sich tragen?. Enrico Morselli[1]) weist auf die Veränderungen hin, welche im Menschen alle Systeme und Apparate durch die fortschreitende Zivilisation erleiden.

Mancherlei Knochen und Muskeln werden verschwinden, werden verwachsen beim Menschen der Zukunft. Der Weisheitszahn zeigt bekanntlich allmählichen Schwund, das 12. Rippenpaar, die erste Brustrippe, ein Lendenwirbel[2]), das Steißbein, die Fibula. Die Hüftgelenkverrenkung soll nach Le Damany (siehe weiter unten) später häufiger auftreten.

Auch Wiedersheim ist der Ansicht, daß, wie beim Individuum in höherem Alter gewisse Entartungserscheinungen (senile Entartung)[3]) auftreten, auch bei der Art im Laufe ihrer geschichtlichen Entwicklung Organe und Organteile funktionell degenerieren, sich „überleben" können. Aus diesem Grunde soll wie bei den individuellen Alters-

---

1) L'uomo dell' avenire. Rassegna Contemporanea (Roma) 1910 vol. III.

2) Rosenberg, Über die Entwicklung der Wirbelsäule des Menschen. Morph. Jb. Bd. 1, S. 83 und Bd. 27, S. 1.

3) „Innere" Ursachen gibt es nach Steinmann (Die geologischen Grundlagen der Abstammungslehre S. 38 und 39) wohl nicht.

erscheinungen auch bei der Art eine Abnahme der Lebensenergie und Widerstandsfähigkeit gegen schädliche Einflüsse auftreten können. Das lehrt auch die Palaeontologie. Sind doch an der Überspezialisierung viele Tierformen z. B. Reptilien (Dinosaurier), zugrunde gegangen. Freilich ist man sich noch lange nicht einig über den wahren Grund des Aussterbens solcher Lebewesen, abgesehen von den nachweislich durch Menschenhand ausgerotteten bekannten Fällen. Ob äußerliche Gründe, oder ob „innere“ [1]) Ursachen zugrunde liegen, ist schwer zu ermitteln. Die Disharmonie zwischen der Organisation und der Umgebung kann aus vielfachen Gründen das Ende herbeiführen. Koken (Vorwelt S. 627) führt als Gründe an: plötzliche Änderung in der Umgebung, physikalische Änderung und plötzliche Invasionen stärkerer Feinde, geringe Willenskraft wegen Kleinheit des Gehirns.

Der menschliche Fuß weist noch nicht den endgültigen, oder nach der Terminologie von W. Kowalevsky nichtadaptiven Charakter auf, er kann sich von der Urform noch mehr entfernen und weiteren Veränderungen progressiven Charakters unterliegen. Durch den aufrechten Gang muß die untere Extremität des Menschen immermehr ihrer primitiven Charaktere entkleidet werden. Die Frage, ob eine Verbreiterung des Fußes an der Basis des Metatarsus erstrebt wird, muß offen bleiben. Auf Seite 34 ersehen wir in der letzten Vertikalkolonne auffallend niedrige Zahlen an 3 weiblichen Skeletten, welche bekanntlich eher den konservativen Charakter offenbaren, für die Breite der Basis der Kleinzehe am Metatarsus. Der seitlich hervortretende Knorren ist bei der Negerin Nr. 3, bei der Zigeunerin Nr. 10 und bei der Sumatranerin Nr. 12 nur 4 bzw. 5 mm gegen 11 mm im Durchschnitt, wenn alle übrigen berücksichtigt werden. Der Beginn der Reduktion der Kleinzehe, vielleicht auch der Fibula, und die Herausbildung der Großzehe lassen erkennen, daß

1) Siehe Anmerkung 3 Seite 122.

noch keine Endform vorliegt, wie sie z. B. der Pferdefuß verrät. Damit soll aber nicht gesagt werden, daß eine völlige Disharmonie zwischen Bau und Verrichtung vorliegen wird, daß das Menschengeschlecht, das durch Spezialisierung der Gliedmaßen entstanden ist, hierdurch später zugrunde geht. Durch die Entfaltung der geistigen Energie im Menschengehirn hat die Natur eine höchst wichtige Spezialisierung angebahnt. Jedenfalls gehören die Hominiden zu den aufsteigenden Stämmen im Gegensatze zu den Marsupialiern, den Tapiren, Rhinozeroten, Elephantiden und Equiden, welche nach ihrem stärksten Aufblühen nunmehr als rückgehende Typen erscheinen und nach dem Gaudryschen Gesetze, wie alle überspezialisierten Formen, dem Verfalle und Untergange gewidmet sind.

Die einmal nach der bestimmten Richtung durch spezifische Ausbildung des Gehirnes erreichte Abzweigung, der nun einmal verfolgte Weg wird nicht mehr verlassen werden, bis nach allmählicher Erschöpfung der Lebenskraft die Hominiden unerbittlich der Vernichtung anheimfallen. Für ephemere Geschlechter bietet die Palaeontologie hinreichend viele Fälle der verschiedensten Verwandtschaftskreise sowohl der Pflanzen als auch der Tiere.

Wie die zahlreichen chirurgischen Erfahrungen seit Moscati (1778) (siehe S. 12) beweisen, hat die Natur durch die Ausbildung zur aufrechten Körperhaltung, durch die höhere einseitige Differenzierung im anatomischen Sinne, vielerlei Erkrankungen und Verkrüppelungen veranlaßt, so daß es fast scheint, als müssen hierdurch auch die Menschenrassen dem Untergange entgegengehen. Le Damany[1]) nimmt an, daß durch den aufrechten Gang des Menschen der Bau der Gelenkpfanne und des Oberschenkelkopfes einen großen anatomischen Fehler aufweise. Wird durch die Torsion des Oberschenkelhalses der

---

1) Die angeborene Hüftgelenksverrenkung. Übersetzt von Eckstein, Zeitschr. f. orthopäd. Chirurgie 1909, Bd. 21, S. 119—169.

Winkel größer als 60°, so trifft er unter der Form der angeborenen Hüftgelenkverrenkung auf, welche er deshalb als eine anthropologische bezeichnet. Dieser Fehler der menschlichen Hüfte wird nach der Ansicht Damanys mit dem anthropologischen Aufsteigen immer größer. Die angeborene Hüftgelenkluxation sei häufiger bei den höheren Rassen als bei den niederen.

Ferner hat die Natur, indem sie in einer neuen Richtung in erstaunlich großartiger Weise den menschlichen Geist herausgebildet, Veranlassung gegeben, auch einen verderblichen Einfluß auf Gesundheit und Erhaltung des Körpers auszuüben. Ich erinnere an die unsinnige Mode, wie an das Einschnüren des Schädels, der Brust, des Leibes, der Füße, durch beengende Bekleidung, an die durch anhaltendes Sitzen verursachte Verkümmerung des Rückgrates, an die Wirkungen des Alkoholismus, der die niedrigen Rassen anheimfallen, so die Bildung des Bierherzens, an die einseitige gewerbliche Beschäftigung (Lastentragen, Schusterleisten), Gewerbekrankheiten wie Verkrümmung der Gliedmaßen, Schwächung der Augen, an das Radfahren, wodurch Erweiterung der Lungengefäße entsteht, an fanatische Askese usw. Vor allem sind die schädlichen Einwirkungen moderner Kriege, wie unseres Weltkrieges, der sich allerdings nur nach vieljähriger Zwischenzeit wiederholen wird, auf Auslese, auf Vererbung hier hervorzuheben. Der Kulturmensch der Zukunft könnte, wie er z. B. durch die Chemie der Küche das Zahnsystem verkümmern läßt, der Ausbildung seines Fußes entgegenarbeiten durch regelmäßige Benutzung bequemer von ihm erfundener Lokomotionsmittel, z. B. der Aviatik.

Nun lehrt allerdings die Erfahrung, daß durch nach der Geburt vorgenommene Existirpationen die Determinanten für die folgende Generation schwer zum Erlöschen gebracht werden. Hat doch die viele Generationen hindurch geübte Verstümmelung der Organe stets wieder zur Neuentfaltung geführt. Man muss hier mit der Dauer von Formationen rechnen. So zeigen uns die rückgängigen Organe, daß

lange geologische Zeitalter dahingehen können, ehe sie wie die Kleinzehe zum völligen Verschwinden gebracht werden. Das beweist die Stammesgeschichte der Huftiere, und die phylogenetische Entwicklung des Vogelflügels lehrt z. B., daß die schon im Jura vollendete Reduktion der Randstrahlen des Flügels bei den jetzigen Embryonen sowohl der Carinaten als auch der Ratiten eine pentatadactyle Anlage nicht zu verhindern vermocht hat[1]). Die vielen bekannten Beispiele der atavistischen Rückschläge weisen ebenfalls darauf hin.

Zum Glück dient auch das große Anpassungsvermögen des menschlichen Organismus an die verschiedensten Lebensbedingungen, wie besonders an die mit der Geschichte der Erde und ihrer Oberflächenbeschaffenheit stetig wechselnden klimatischen Verhältnisse, der Erhaltung und Förderung der Menschheit. Andererseits leistet Eminentes der entwicklungsfähige, durch den Gedankenaustausch, durch die Sprache und durch die mächtig vorgeschrittene Wissenschaft, ins unermeßliche voreilende menschliche Geist. Insbesondere verdanken wir es den rastlosen Fortschritten auf dem Gebiete der Naturwissenschaften und der Übertragung dieser in die Praxis, den großartigen sozialen Einrichtungen sanitärer, hygienischer und charitativer Art für die menschliche Fürsorge zur Aufrechterhaltung des erforderlichen Gleichgewichtes. Die Statistik der Sozialanthropologie führt uns klar vor Augen, in wie großartiger Weise durch die modernen Naturwissenschaften, wie insbesondere durch die Bakteriologie und durch die Hygiene, die Gefahren gegen Leben und Gesundheit, die den Schrecken früherer Zeiten bildeten, ferngehalten oder beseitigt werden. Zu pessimistischen Gedanken liegt kein Grund vor. Es ermutigt uns der Glaube an die Vervoll-

---

1) Elisa Norta, Recherches sur la morphologie des membres anterieurs des oiseaux. Archives italiennes die biologie, tome 22, II. Turin 1894 und Dames, Über Archäopteryx. Paläont. Abhandlg. Bd. II, 3. 1894.

kommnungsfähigkeit des menschlichen Körpers und Geistes. Der Mensch wird noch mehr Mensch werden, wenn auch nicht durch erheblich fortschreitende Anpassung an die Geradhaltung seines Körpers, so doch durch eminente Entfaltung der geistigen Energie. Der Mensch der Zukunft wird im geistigen Sinne des Wortes aufrecht gehen, sich aufrecht halten, gehoben durch seine Ideale. Möge es seinem Idealismus, der Wahrheit in der Biologie nachzuforschen, bald gelingen, der Lösung des Menschenproblems nahe zu kommen.

Ein bei Forsbach, Bez. Cöln, gefallener Meteorstein.

Von

R. Brauns,
in Bonn.

Mit Tafel I und II.

Am 29. Juli 1914 wurde mir von Herrn Heinrich Bauckhorn, Betriebsmeister an der Königl. Geschoß-fabrik in Siegburg, ein 220 gr. schwerer Meteorstein zum Ankauf angeboten, der am 12. Juni 1900, mittags gegen 2 Uhr, in Forsbach bei Hoffnungsthal gefallen sein sollte. Ich antwortete umgehend, daß ich am ersten freien Nachmittag, das wäre Samstag der 1. August gewesen, nach Siegburg kommen und den Stein ansehen werde. Durch den Ausbruch des Krieges war dies nicht möglich, ich erbat und erhielt am 3. August den Stein zur Ansicht, erkannte, daß es ein Meteorstein war und erwarb ihn für die Universitätssammlung auf die Gefahr hin, daß der Stein von irgend einem bekannten Fall stamme. Auf meine Bitte um weitere Auskunft erhielt ich am 12. August von Herrn Bauckhorn folgenden Bescheid:

„Ihre gefl. Zuschrift vom 7. d. M. habe ich erhalten und teile Ihnen darauf mit, daß der Stein am 12. Juni 1900 in Forsbach bei Hoffnungsthal gefallen sein soll und von einem Bauersmann mit Namen Volberg aufgefunden sei. Ich habe den Stein durch einen Dritten für meine Mine-

raliensammlung ankaufen lassen, wovon ich auch die näheren Angaben habe. Nach dessen Angabe ist der Fall des Steines von dem Bauersmann Volberg beobachtet worden und soll ungefähr 2 m neben ihm niedergefallen, dabei 1—$1^1/_2$ m tief in den Ackerboden eingedrungen sein. Der Mann hat dann nachgegraben und den Stein gefunden. Durch den Luftdruck will derselbe bald umgefallen sein. Der Stein wurde dann einige Jahre von Volberg als Rarität aufbewahrt, bis ich ihn, wie bereits erwähnt, käuflich erwarb. Dieser Fall ist dann nicht weiter in die Öffentlichkeit gekommen, weswegen Sie auch keinen Bericht darüber vorfinden. Hoffnungsthal liegt in der Nähe von Bensberg, zwischen Bensberg und Overath. Nähere Angaben über den Fall sind jetzt nicht mehr zu bekommen, da der Bauersmann Volberg im Jahre 1902 gestorben ist."

Auf meine nochmalige Anfrage über die Zuverlässigkeit des Volberg erhielt ich am 17. August von Herrn Bauckhorn die Antwort, daß er die Geschichte mit dem Fall für richtig halte, er wüßte tatsächlich nicht, wie der Mann anders an den Stein gekommen sein sollte.

Der Stein wog, als ich ihn erhielt, 220 gr, er war jedoch nicht mehr ganz vollständig, eine Ecke war abgeschlagen (vergl. die Abbildungen auf Tafel I), eine daran anstossende Kante zerschlagen und eine Fläche ein wenig verletzt, sonst war der Stein sehr frisch, keine Spur abgegriffen, nur kleine hervorragende Eisenteilchen anscheinend mit einem Messer angekratzt und blank; das Fehlende konnte auf 60—80 gr geschätzt werden.

Die Ereignisse der folgenden Zeit verboten weitere Nachforschungen; einen Dünnschliff ließ ich bei Krantz anfertigen, wodurch der Stein weitere 8 gr verloren hat. Die Beschaffenheit des Steins, die Frische seiner Oberfläche, die auffallend stark breccienartige Struktur, die im Dünnschliff gegen eine weiße Unterlage besonders deutlich hervortritt, liessen mich schon nicht mehr daran zweifeln, daß der Stein erst vor kurzer Zeit gefallen sei und keinem bekannten Fall angehöre.

Im Jahre 1917 habe ich die Nachforschungen wieder aufgenommen und zunächst mehrmals an die Bürgermeisterei in Forsbach geschrieben, aber ohne Erfolg; wie ich später erfahren habe, besitzt der Ort Forsbach keine eigene Bürgermeisterei, sondern gehört zum Bürgermeisteramt Rösrat, das in Hoffnungsthal (Bez. Cöln) seinen Sitz hat. Nach längerem Warten wendete ich mich im Juli 1918 an das Königl. Landratsamt des Landkreises Mülheim a. Rh. mit der Bitte, von dem zuständigen Bürgermeister die Beantwortung von folgenden Fragen zu erstreben:

1. Hat in Forsbach ein im Jahre 1902 verstorbener Bauersmann Volberg gewohnt und ist er ein zuverlässiger Mann gewesen?

2. Hat Volberg einen Stein besessen, der dort vom Himmel gefallen ist?

3. Ist in Forsbach etwas von einem solchen Steinfall bekannt?

4. Ist überhaupt irgend etwas darüber bekannt, daß Volberg einen solchen schwarzen, wie gebrannt aussehenden Stein besessen hat?

Königliches Landratsamt hat sich dieser Sache mit dankenswertem Nachdruck angenommen und schon am 3. August berichtet der Bürgermeister von Hoffnungsthal wie folgt:

„Die Angabe[1]) beruht, soweit festgestellt werden

---

1) In meinem Brief hatte ich mit Absicht keine genauen Angaben über das mir von Herrn Bauckhorn Mitgeteilte gemacht. Er lautete bis zu den Fragen:

Ew. Hochwohlgeboren

beehre ich mich ergebenst das Folgende zu unterbreiten:

Unmittelbar vor Ausbruch des Krieges habe ich von einem Beamten der Munitionsfabrik in Siegburg einen Meteorstein gekauft, der i. J. 1900 bei Forsbach gefallen und von einem Bauersmann namens Volberg gefunden sein soll. Durch den Ausbruch des Krieges konnte ich weitere Forschungen nicht anstellen, es wäre mir aber darum zu tun, zu erfahren, inwieweit diese Nachrichten zuverläßig sind. Anfragen bei

konnte, auf Wahrheit. Der Ackerer Johann Peter Volberg hat den Stein im Jahre 1900 bei Forsbach gefunden. Bei seiner Arbeit auf dem Felde hat er in der Luft ein Geräusch wahrgenommen und geglaubt, daß ein Vogel daher fliege. Im selben Augenblick ist der Stein aus der Luft etwa $1-1^1/_2$ m von ihm entfernt in die Erde eingeschlagen. Er hat den Stein aus der Erde genommen und festgestellt, daß er noch heiss war. Volberg ist ein glaubwürdiger, zuverlässiger Mann gewesen. Danach ist also wohl einwandfrei nachgewiesen, daß der Stein aus der Luft gefallen ist.“

Nach dieser günstigen Nachricht habe ich noch einmal an den Bürgermeister von Hoffnungsthal, Herrn Haumann, geschrieben in der Hoffnung, daß von dem abgeschlagenen Teil noch etwas aufzutreiben sei, und erhielt von ihm die folgende Nachricht:

„Die Witwe Johann Peter Volberg aus Forsbach hat heute hier auf dem Bürgermeisteramt folgendes erklärt:

Der von ihrem Manne seinerzeit gefundene Meteorstein sei fast 1 m tief in die Erde gedrungen. Der Mann habe den Stein ausgegraben. Damals sei schon ein Stück von dem Stein abgeschlagen gewesen; an der abgeschlagenen Stelle sei der Stein schwarz gewesen, sodaß wohl anzunehmen ist, daß der Stein in diesem Zustande aus der Luft herabgefallen sei. Nachher habe Volberg an dem Stein an einer Stelle Edelmetall (vielleicht Silber) vermutet und an dieser Stelle ebenfalls ein winziges Stückchen mit dem Hammer abgeklopft; wo dieses Stückchen geblieben ist, kann die Witwe Volberg nicht angeben.

---

dem Bürgermeisteramt (mit dem gleichen Wortlaut), zuletzt eine in eingeschriebenem Brief vom 25. Juni d. J. sind unbeantwortet geblieben. So beehre ich mich, Euer Hochwohlgeboren ergebenst zu bitten, soweit wie es möglich ist, auf folgende Fragen von dem zuständigen Bürgermeister Antwort zu erstreben.

Die Witwe Volberg hat den Stein einige Jahre nach dem Tode ihres Mannes an den Sohn des Metzger Schneider in Forsbach zum Preise von 3 Mk. verkauft, der ihn an seinen Onkel, Fabrikarbeiter Daniel Schneider in Siegburg weitergegeben hat.“ — Hier aber hat ihn Herr Bauckhorn erworben.

Einen Teil des abgeschlagenen Stücks habe ich hiernach auch noch erhalten und zwar ebenfalls von Herrn Bauckhorn in Siegburg; es ist das fehlende Eckstück, 20 gr schwer, so daß nur ein zwischenliegendes Stück noch fehlt.

Hiernach ist der Fall einwandfrei erwiesen und die irdische Geschichte des Steines von der Stunde seines Falles bis zur Einlieferung an mich lückenlos klargestellt. Wie mancher Stein mag wohl verschleppt werden, ohne seinen Weg in eine Sammlung zu finden? Die große Menge ist über die Bedeutung solcher vom Himmel fallenden Steine doch noch zu wenig aufgeklärt, mancher Finder mag einen solchen Stein als Rarität aufbewahren, bis er in andere Hände kommt und verschleudert wird, mancher ihn nicht einmal beachten. Nur einer Reihe glücklicher Zufälle verdankt die Universitätssammlung diesen wertvollen Stein, er ist der einzige in der Rheinprovinz gefallene Meteorstein, dessen Fall beobachtet worden ist, überhaupt der einzige bisher aus der Rheinprovinz bekannt gewordene Meteorstein, nicht der einzige Meteorit. Der andere hat eine wenig rühmliche Geschichte, es ist das Eisen, das i. J. 1807 bei Bitburg nördlich von Trier bei Verbreiterung eines Weges neben der Albacher Mühle gefunden worden ist, eine 1600—1700 kg schwere Eisenmasse mit Olivin, ein sogen. Pallaseisen. Es ist für 100 Franken verkauft und auf dem Pluwiger Hammer bei Trier zum größten Teil eingeschmolzen und, weil es danach nicht verschmiedet werden konnte, vergraben worden. Im Jahre 1824 ist es auf Veranlassung von Nöggerath wieder ausgegraben worden, Stücke davon sind in die Sammlungen gekommen, die Bonner Universitätssammlung besitzt ein 3440 gr schweres

Stück davon, Stücke des nicht geschmolzenen Eisens sind sehr selten, Bonn besitzt davon leider nichts; ein wenn auch nur kleines Stück davon wäre eine wertvolle Bereicherung seiner Meteoritensammlung. Ein kleines Stück des nicht geschmolzenen Eisens, das an das Gymnasium in Trier gekommen war, ist dort, nach gefälliger Mitteilung des Herrn Studienrats Wansleben leider nicht mehr aufzufinden. Partsch-Wien hat i. J. 1843 eine Beschreibung davon gegeben, nachdem er auf einer Reise einen Abstecher nach Trier gemacht hatte, nur in der Absicht, dieses kostbare Stück zu sehen. Ein anderes 15 gr schweres Stück des unveränderten Eisens sollte nach Wülfings Zusammenstellung das Städtische Museum für Naturkunde in Bremen besitzen. Nach gütiger Mitteitung des Direktors Prof. Dr. Schauinsland stammt dieses Stück von Wöhler; in dessen Sammlung (Meteoritensammlung der Universität Göttingen 1874) wird aber nur umgeschmolzenes, „geschmiedetes" Bitburger Eisen aufgeführt. Ein kleines Stück davon wird 5 Jahre später von Klein nicht mehr genannt, es mag das nach Bremen gelangte gewesen sein. Herr Prof. Schauinsland hat mir dieses zur Untersuchung anvertraut und gestattet, daß ich eine Fläche anschleife und ätze. Dabei hat sich ergeben, daß es nicht geschmolzen war, daß es ein an Schreibersit reiches körniges Eisen ist, keinem mir bekannten Eisen gleich. So stehe ich nicht an, das Bremer Stück (10,9 gr) für unverändertes Bitburger Eisen zu halten, obwohl Olivin in ihm nicht wahrzunehmen ist. Sicherheit wäre erst durch Vergleich mit andern zu erhalten; nach dem, was man bis jetzt weiß, wechselt die Beschaffenheit von Stück zu Stück. Ein zweites Stück befindet sich in Berlin (10 gr), ein drittes in Tübingen ($2^1/_2$ g). Von einem weiteren Meteoriten aus dem Gebiete der Rheinprovinz ist mir nichts bekannt. Wer aber je etwas davon erfährt oder einen Fall erlebt, versäume nicht, dem mineralogischen Institut in Bonn Nachricht zu geben.

Der Fallort Forsbach liegt 5 km s. s. östl. von Bensberg auf der rechten Rheinseite; 24° 52′ östl. L. v.

Ferro, 50° 56′ n. Br. Bensberg liegt 10 km östlich von Mülheim a. Rh. Der Stein ist am 12. Juni 1900 um 2 Uhr nachmittags gefallen.

Das Wetter war nach dem Wetterbericht der Kölnischen Zeitung am 12. Juni 1900 (Abendblatt Nr. 452) andauernd warm, heiter und sommerlich schön bei leichten östlichen Winden. Das Meteorologische Institut in Aachen bestätigt dies, indem es mir auf meine Anfrage unter dem 2. September 1918 mitteilt, daß der 12. Juni 1900 für die Cölner Gegend sonnig, klar und überwiegend wolkenlos gewesen sei und durchweg südöstliche bis östliche Winde herrschten.

Der Fall war begleitet „von einem Geräusch, als ob ein Vogel daher fliege". Ein Geräusch, wie „von einem Fluge zahlloser Vögel" gibt ein Gewährsmann bei Haidinger[1]) an, bei Beobachtung eines Meteores gehört zu haben.

Die Form des Steines ist etwa die eines quadratischen Prismas mit der Basis. Eine vordere Fläche und eine (obere) Basisfläche (Tafel I Fig. 1) sind flach gewölbt, nahezu eben und gehen kantenlos in breiter Rundung ineinander über, der Übergang zur anderen (im Bilde unteren) Basisfläche ist schärfer, von dieser ist aber nur noch ein kleiner Teil vorhanden, das andere abgeschlagen. Die rechte Seitenfläche ist ebenfalls nahezu eben, aber flach concav; die linke Seitenfläche und die Rückenfläche stoßen in einer schärferen Kante zusammen und sind uneben (Tafel I Fig. 3) mit vielen Vertiefungen, namentlich die Rückenfläche (rechts in Fig. 3) stark vertieft und mit vielen kleinen Knötchen bedeckt, Schmelztröpfchen und Eisenkörnchen. Diese beiden Flächen mag der Finder als Bruchflächen angesehen haben; sie sind es auch in der Tat, es sind Secundärflächen im Sinne Berwerths.

---

1) Über die Natur der Meteoriten in ihrer Zusammensetzung u. Erscheinung. Sitzungsber. d. Wiener Akad. Mathem.-naturw. Kl. 43, II. Abt., p. 392.

Die erst genannten Flächen bilden die Brustseite und sind durch Abschmelzung vollständig geglättete Primärflächen, die kantenlos ineinander übergehen, die beiden zuletzt genannten bilden die Rückenseite mit scharfer Kante und grubenreichen Flächen, es sind Secundär- oder Tertiärflächen, die erst während des Fluges in der Atmosphäre durch Zerspringen des Steines entstanden sind. Die größte Länge des Steines beträgt 60 mm, Breite und Dicke 40 mm.

Die Schmelzrinde ist matt, braunschwarz, auf der Brustseite äußerst feinrunzelig, auf der Rückseite, namentlich der vertieften, durch kleine Schmelztropfen stärker und unregelmässig runzelig. Schmale Rücken von Nickeleisen heben sich aus der Schmelzrinde schwach heraus (in Fig. 1 der helle Strich rechts an der Kante, in Fig. 3 der quer über die Kante verlaufende Strich unten, in Fig. 2 nahe der Bruchfläche); sie sind, anscheinend durch Ankratzen mit dem Messer (siehe den Bericht S. 132), metallisch glänzend. Zahlreiche metallisch glänzende Pünktchen verraten den Reichtum des Steins an Nickeleisen. Mit der Lupe nimmt man zarte Risse wahr, die sich bald verlaufen und nur die äußere Rinde durchsetzen.

Die frische Bruchfläche erscheint gefleckt durch den Wechsel von weissen und grauen (blaugrauen) Partien; diese bilden gewissermaßen die Grundmasse, in der die weißen Stücke mit scharfen Kanten und Ecken eingesprengt sind, wodurch in hohem Grade der Eindruck einer breccienartigen Beschaffenheit hervorgerufen wird. Der Stein ist dabei kompakt und fest, nur ganz wenig von schmalsten Adern durchzogen.

Von den Bestandteilen nimmt man mit der Lupe zahlreiche Körnchen von Nickeleisen wahr, die durch die hellen wie dunklen Teile anscheinend in gleicher Menge verteilt sind. Schwache, kleine „Rost"flecken zeigten sich auch an der Stelle, an der der Splitter zum Dünnschliff abgeschlagen war und sind vielleicht eher durch Chloreisen erzeugt, als durch blosse Oxidation; sie sind auch

gar nicht immer an Nickeleisen gebunden. Die meisten Eisenkörner erscheinen vollkommen frisch. Schwefeleisen ist mit der Lupe nicht zu erkennen. Von den übrigen Bestandteilen sind mit der Lupe nur nach der Form vereinzelte kleine Chondren zu erkennen, nicht die Mineralien. Nach seiner Beschaffenheit ist der Stein ein intermediärer Chondrit, Ci; Klein hat dafür den Namen weißgraue Chondrite vorgeschlagen, der zweifellos besser ist.

Zur Bestimmung des spez. Gewichtes diente das abgeschlagene Eckstück mit Rinde, 19,915 gr schwer. Gewicht in ausgekochtem dest. Wasser bei 18° C. 14,539 gr. Spez. Gewicht = 3,70 (4). Das hohe Gewicht entspricht dem Gehalt an Nickeleisen.

Im Dünnschliff tritt die breccienartige Beschaffenheit besonders auffallend hervor, indem die scharfeckigen hellen Teile sich von der dunklen Grundmasse deutlich abheben (Tafel II Fig. 1); dazu treten vereinzelt kreisrunde (Tafel II Fig. 2) oder unregelmäßig gerundete Durchschnitte von Chondren. Die erkennbaren Mineralien sind außer dem Nickeleisen und dem sehr spärlichen Schwefeleisen: Olivin, Bronzit und, sehr untergeordnet, ein monokliner Pyroxen; dazu tritt Glas und eine schwarze, undurchsichtige Masse. Diese ist es besonders, welche die dunkle Farbe der Grundmasse erzeugt.

Der Olivin bildet große rissige Körner ohne wahrnehmbare Kristallumrisse, oder feinst zerteilte Bruchstückchen; die ersteren sind bisweilen von annähernd parallelen groben Rissen durchzogen, die von Glas und der dunklen Substanz der Grundmasse erfüllt sind (Tafel II Fig. 3). In andern Körnern ist die Olivinsubstanz längs der Risse getrübt und körnelig geworden, ähnlich wie in Olivinfelseinschlüssen der Basalte. Manche Olivinkörner sind in der Weise beschaffen, daß, während der eine Teil ganz unverändert ist und einheitlich polarisiert, der andere aus äußerst feinkörniger oder faseriger Substanz besteht, die nach der schwächeren Doppelbrechung eher für Bronzit als Olivin zu halten wäre, vielleicht eine durch hohe

Temperatur bewirkte Umänderung und das erste Stadium der Herausbildung eines Bronzitchondrums. Bisweilen bildet Olivin kleine monosomatische Chondren mit kreisrundem Durchschnitt, 0,3 mm Durchmesser; er besteht hier aus feinen, klaren, einander parallel gerichteten und gleichzeitig auslöschenden Stäbchen, zwischen die sich geringe Menge der opaxen Masse einschiebt. Der kreisrunde Umriß dieser Chondren ist da gestört, wo sie an ein Korn Nickeleisen anstoßen. Als Einschluß führt der Olivin schwarze undurchsichtige Körner wohl von Chromit, dazu solche von Glas. Die kleinen Olivinkörner bilden dicht gedrängt wirre Aggregate oder, mit der dunklen Substanz vermengt, die Grundmasse des Steins. Die Olivinchondren sind im Vergleich zu den Olivinkörnern offenbar eine jüngere Bildung und anscheinend erst entstanden, während die Massen zum Stein angehäuft wurden. Aus Olivin, grösseren Körnern bis zu den feinsten Teilchen bestehen in der Hauptsache auch die hellen, scharfeckigen Teile des Steins.

Der Bronzit läßt schon eher als der Olivin Andeutung von Kristallumgrenzung erkennen, und solche Durchschnitte treten in Chondren (Fig. 4) und, schärfer noch, außerhalb auf. Er wird farblos durchsichtig, scharfe Spaltrisse verlaufen immer nur nach einer Richtung und in diese fällt die kleinere optische Elasticitätsaxe, deutliche prismatische Spaltbarkeit wurde keinmal wahrgenommen. Im konv. Licht ist öfters der Austritt einer optischen Axe zu sehen, die Ebene der optischen Axen würde der Spaltrichtung parallel gehen, diese wäre also (100); eine der Umrißkanten ist den Spaltrissen parallel, eine andere andeutungsweise vorhandene ist senkrecht dazu, die Kante zwischen beiden ist durch ein Prisma abgestumpft, dessen ebener Winkel in einem Fall zu 94° gemessen wurde; es könnte demnach (100) (010) und (110) vorliegen. Viel häufiger als Olivin bildet Bronzit Chondren aller Art, monosomatische und polysomatische, solche mit kreisförmigem Durchschnitt und andere mit beliebig gerundeten Umrißformen.

Eine solche ist in Fig. 4 auf Tafel II dargestellt; der dunkle Körper, der am Rande links[1]) dagegen stößt, ist ein Korn Nickeleisen. Für den Kristall in der Mitte gilt z. T. das eben gesagte, die kleinere optische Elastizitätsaxe fällt in die Spaltrichtung, eine optische Axe tritt exzentrisch aus; die diesen Kristall umgebenden Körner sind ebenfalls Bronzit. Der Kristall in der Mitte ist von einem sehr schmalen schief auslöschenden Saum umgeben mit Auslöschungsssschiefe gegen c. von etwa 33°, also einem monoklinen Pyroxen, vielleicht Klino-Enstatit, von Zwillingslamellen ist jedoch nichts wahrzunehmen. Solch schmaler Saum kehrt an anderen Bronzitdurchschnitten öfters wieder. Zu Bronzit gesellt sich in andern derartigen Chondren Olivin, aber immer nur in einzelnen kleinen Körnchen. In anderen Chondren ist der Bronzit faserig ausgebildet, bald so, daß zwei oder mehr Faserrichtungen sich durchkreuzen, bald so, daß die Fasern von einem Punkt am Rande sich fächerförmig ausbreiten. In diesen Chondren ist der Bronzit trüb. Tschermak betrachtet die Chondren als erstarrte Schmelztröpfchen; in der Tat haben die der letzteren Art die Beschaffenheit von unterkühlten gewesenen Schmelztropfen, die durch einen von außen wirkenden Keim plötzlich erstarrt sind, während in den andern mit ausgebildeten Kristallen die Substanz offenbar langsamer kristallisiert ist und z. T. schon vorhanden war, bevor sie zu Chondren zusammengeballt wurde.

Bronzit außerhalb der Chondren tritt gegen Olivin an Menge stark zurück. Außer solchen Körnern, die zweifellos Bronzit angehören, bemerkt man andere, die schwach bräunlich und violettbraun durchsichtig werden schief zu den Rissen auslöschen und anscheinend einem monoklinen Augit angehören, aber einer anderen Art als der, welcher den Bronzit umsäumt.

Das Nickeleisen bildet unregelmäßig zackige

---

1) Bei der Reproduktion ist Figur 4 gegen Figur 2 um 180° gedreht worden; was in Fig. 2 rechts liegt, liegt hier links.

Körner, Schwefeleisen ist nur in staubförmig feinen Teilchen und in sehr geringer Menge wahrzunehmen, beide sind ziemlich gleichmäßig durch den ganzen Stein verteilt, Pünktchen von Schwefeleisen glänzen bisweilen aus einem Korn von Nickeleisen hervor. Nimmt man das spezifische Gewicht der Silikatmischung zu 3,33 an, so würde sich aus den vorher mitgeteilten Gewichten ergeben, daß der Stein 10 % Nickeleisen enthält.

Die opake Substanz, welche die dunkle Farbe der „Grundmasse“ bewirkt und in feinsten Rissen den Stein durchsetzt, scheint mir dieselbe Beschaffenheit wie die Rindensubstanz zu haben; die Masse des Steins ist hier feiner körnig, ursprünglich vielleicht lockerer, und ich möchte glauben, daß in diesen Gebieten Schmelzung der feinsten staubförmigen Massen zu Schlacke eingetreten war. Sie hätte demnach zeitlich und genetisch dieselbe Bedeutung wie die Adern in andern Steinen und wie die Schmelzrinde selbst, und die breccienartige Beschaffenheit wäre z. T. eine Folge dieser Durchdringung des Steins mit Schlackenkörnchen und fiele in die kurze tellurische Periode, während die Bildung der Chondren in die kosmische Zeit fällt.

Dabei bleibt die Frage offen, ob die Chondren sich im jetzigen Verband des Steins oder schon früher außerhalb gebildet haben, etwa indem kleine Teilchen durch heiße Gase aus ihrem ursprünglichen Verband losgerissen und geschmolzen worden und bald darauf als unterkühlte Tröpfchen durch von außen wirkende Staubkeime erstarrt seien. Für die erstere Annahme scheinen mehr die Eindrücke zu sprechen, die sie von benachbarten Eisenkörnern erhalten haben, die andere wird ihrer inneren Struktur mehr gerecht. Die Eindrücke könnten wohl auch erst nachträglich entstanden sein. Es wäre an umfangreicherem Material zu prüfen, ob das, was man als Chondren zusammenfaßt, genetisch und zeitlich zweierlei Gebilde sein können, was wegen ihrer verschiedenen Beschaffenheit sehr wahrscheinlich ist.

Im allgemeinen darf man wohl annehmen, daß die Mineralien der Chondrite primär aus Schmelzfluß entstanden, sodann durch Explosion mit dem Gestein zerrissen, zertrümmert und zerblasen worden sind. Diese Trümmer ballten sich zu dem jetzt vorliegenden Meteorstein zusammen, vereinigt mit den aus unterkühlten Schmelztropfen erstarrten Chondren.

Bei dem Fluge durch die Atmosphäre wurden die aus dem kalten Weltenraum mit planetarischer Geschwindigkeit ankommenden Steine äußerlich stark erhitzt, die Oberfläche bedeckte sich mit einer Schmelzrinde, von der immerfort Teilchen abgerissen, nach der Rückseite getrieben und fortgeschleudert wurden. Die Steine wurden durch die Spannungen rissig, sprangen, explodierten, die Bruchflächen wurden aufs neue angeschmolzen, während im Innern die feinsten Teilchen längs der Risse oder im locker gefügten Stein zu Schlacke geschmolzen wurden. In dieser Beschaffenheit ist der Forsbacher Meteorstein zur Erde gefallen.

Einen Dünnschliff aus diesem Stein konnte ich dem seitdem verstorbenen Herrn Hofrat Berwerth vorlegen mit der Bitte, mir seine Ansicht darüber zu sagen. Den Stein selbst konnte ich wegen der damals (Juni 1918) und noch lange danach herrschenden Verhältnisse nicht verschicken. Er meinte, daß der Stein, soweit dies aus dem Schliff zu ersehen sei, mit Laigle die größte Ähnlichkeit habe und vielleicht ein verschleppter Laigle sei. Seitdem hat sich mein Vergleichsmaterial wesentlich vermehrt, indem es mir möglich gewesen war, die Zahl der Fallorte der hiesigen Universitätssammlung um etwa 80 zu vermehren, besonders aber nachdem Frau Ellen Waldthausen in Königswinter dem Institut die 180 Fallorte umfassende wertvolle Sammlung von Prof. A. Friedrich in Wien zum Geschenk gemacht hat. Nach diesem Vergleichsmaterial gleicht Forsbach am meisten Saint Mesmin, wenigstens was die breccienartige Beschaffenheit anlangt, ist aber viel reicher an Nickeleisen und ärmer an Schwefel-

eisen; von Laigle unterscheidet ihn schon seine äußere Beschaffenheit, seine Form und Frische, seine viel ausgeprägtere brecciienartige Beschaffenheit, sein Reichtum an schwarzer Grundmasse; sie sind völlig verschieden.

So verdankt die Bonner Universitätssammlung einer Reihe glücklicher Zufälle diesen wertvollen Meteorstein, den ersten, der bisher aus dem Gebiete der Rheinprovinz bekannt geworden und dessen Fall beobachtet war.

Es mögen hier einige Mitteilungen über die Meteoritensammlung der Universität Bonn folgen. Nach dem letzten von Laspeyres[1]) i. J. 1894/95 herausgegebenen Verzeichnis sollte die Sammlung enthalten:

98 Fallorte, 272 Stück im Gewicht von 110,772 gr.

Hierbei war Breitenbach und Rittersgrün als je ein Fallort gerechnet, die aber zu vereinigen sind, und ein Stück (Toluca Nr. 69 mit 640 gr) war verbraucht, so daß der tatsächliche Bestand war:

97 Fallorte, 271 Stück im Gewicht von 110,132 gr.

Dazu ist unter Laspeyres noch gekommen 1 Fallort (Pallasit v. Finmarken) 335 gr, so daß bei Übernahme der Direktion der Bestand war:

98 Fallorte, 272 Stück im Gewicht von 110,467 gr.

Seit Übernahme der Direktion im April 1907 habe ich mich bemüht, die Sammlung nach Maßgabe der vorhandenen Mittel zu vermehren, wobei ich weniger darauf gesehen habe, die Zahl der Fallorte zu vermehren, als gute und charakteristische Stücke zu erwerben, auch wenn deren Fallort bereits vertreten war. Mit Rücksicht auf die knapp bemessenen Mittel konnte oft während mehrerer Jahre nichts angeschafft werden. Etwas größere Mittel standen mir i. J. 1917 durch Abgabe von Rohplatin und derbem Rotzinkerz zur Verfügung. Mit deren Hilfe habe ich die Zahl der Fallorte bis Ende Oktober 1918 um 61 erhöht, darunter hervorragend schöne und große Platten

---

1) Verhandl. d. Naturh. Vereins Jahrg. 51, 1894 S. 83, Jahrg. 52, 1895 S. 141.

der Meteoreisen Tamarugal (El Inca, 5490 gr), Tessera-Oktaedrit von Goamus (= Mukerop, 2800 gr), Mount Joy (4050 gr), ein 253 kg schwerer Block von Mukerop in Deutsch-Südwest-Afrika; zu diesem hatte der Herr Kurator die Mittel gegeben.

Zu diesen Erwerbungen kommen sehr dankenswerte Schenkungen einzelner wertvoller Meteoriten durch die Herrn

Kommerzienrat Gustav Jung in Neuhütte b. Straßebersbach (Jamyschewa),

Dr. F. Krantz in Bonn (Tennasilm),

Geheimrat Dr. G. Seligmann in Coblenz (Ferrara, Finmarken, Mount Ayliff, Roeburne, Charcas),

B. Stürtz in Bonn (Forsyth Co., Originalplatte zu E. Cohens Beschreibung),

Generaldirektor Dr. Weinlig in Dillingen (Roeburne, eine 1940 gr schwere prächtige Platte, Chassigny, Salles und Mount Browne).

Die größte Bereicherung aber erfuhr die Sammlung durch eine Schenkung von Frau Ellen Waldthausen in Königswinter, indem sie die 180 Fallorte umfassende Sammlung von Professor Adolf Friedrich in Wien erworben und als Jubiläumsgabe geschenkt hat. Diese Sammlung ist mit großer Liebe und Sachkenntnis zusammengebracht und kommt, wie Hofrat Berwerth in einem Gutachten dazu sich geäußert hat, in ihrem Umfang und der Güte der Objekte auch verwöhnten Ansprüchen eines Sammlers und Fachmannes nach und veranschaulicht alles wichtige und interessante Material der kosmischen Gesteine. Als besonders wertvoll sei daraus eine der Originalplatten aus dem großen, von Berwerth beschriebenen Zwilling des Mukeropeisens (Platte V), ein 33,6 kg schweres, auf angeschnittener Fläche geätztes Eisen Cañon Diablo, eine hervorragend schöne Platte Alt Biela, ausgezeichnete Steine von Stannern, Jelica u. a. hervorgehoben. Naturgemäß waren manche Fallorte schon vertreten, aber doch so, daß sie sich gut ergänzen.

Dazu hat Frau Waldthausen noch nachträglich mehrere wertvolle und noch nicht vertreten gewesene Meteoriten geschenkt (Baldohn, Chinautla, Descubridora, Macao, St. Germain, so daß die Sammlung Ende Oktober 1918 enthält

258 Fallorte, 673 Stück im Gewicht von 448,424 gr.

In etwa 2 Jahren gedenke ich ein vollständiges Verzeichnis der Bonner Meteoritensammlung herauszugeben und hoffe, bis dahin noch einige Lücken ausfüllen zu können.

Tafelerklärung.

Tafel I. Der Meteorstein von Forsbach in natürlicher Größe (S. 135) nach Aufnahmen des Verf.

Fig. 1. Brustseite mit matter braun-schwarzer feinrunzeliger Schmelzrinde. An der Kante ein gestrecktes Korn von Nickeleisen.

Fig. 2. Seitenansicht; in der Nähe der Bruchfläche ein gestrecktes Korn von Nickeleisen.

Fig. 3. Konkave Rückseite, durch kleine Schmelztropfen runzelig. Sekundärflächen. Kante zwischen beiden Flächen scharf. Ein Korn von Nickeleisen liegt unten quer über der Kante.

Tafel II. Die mikroskopische Beschaffenheit des Meteorsteins von Forsbach nach Aufnahmen des Verf.

Fig. 1. Breccienartige Beschaffenheit (S. 137). Vergrößerung 20fach.

Fig. 2. Breccienartig, mit einem Bronzitchondrum. Vergr. 20fach.

Fig. 3. Olivin mit Einschlüssen von Glas und Grundmasse (S. 137). Vergr. 55fach.

Fig. 4. Bronzitchondrum (S. 139); dasselbe wie in Fig. 2 (um 180° dagegen verdreht), stärker vergrößert Vergr. 55fach.



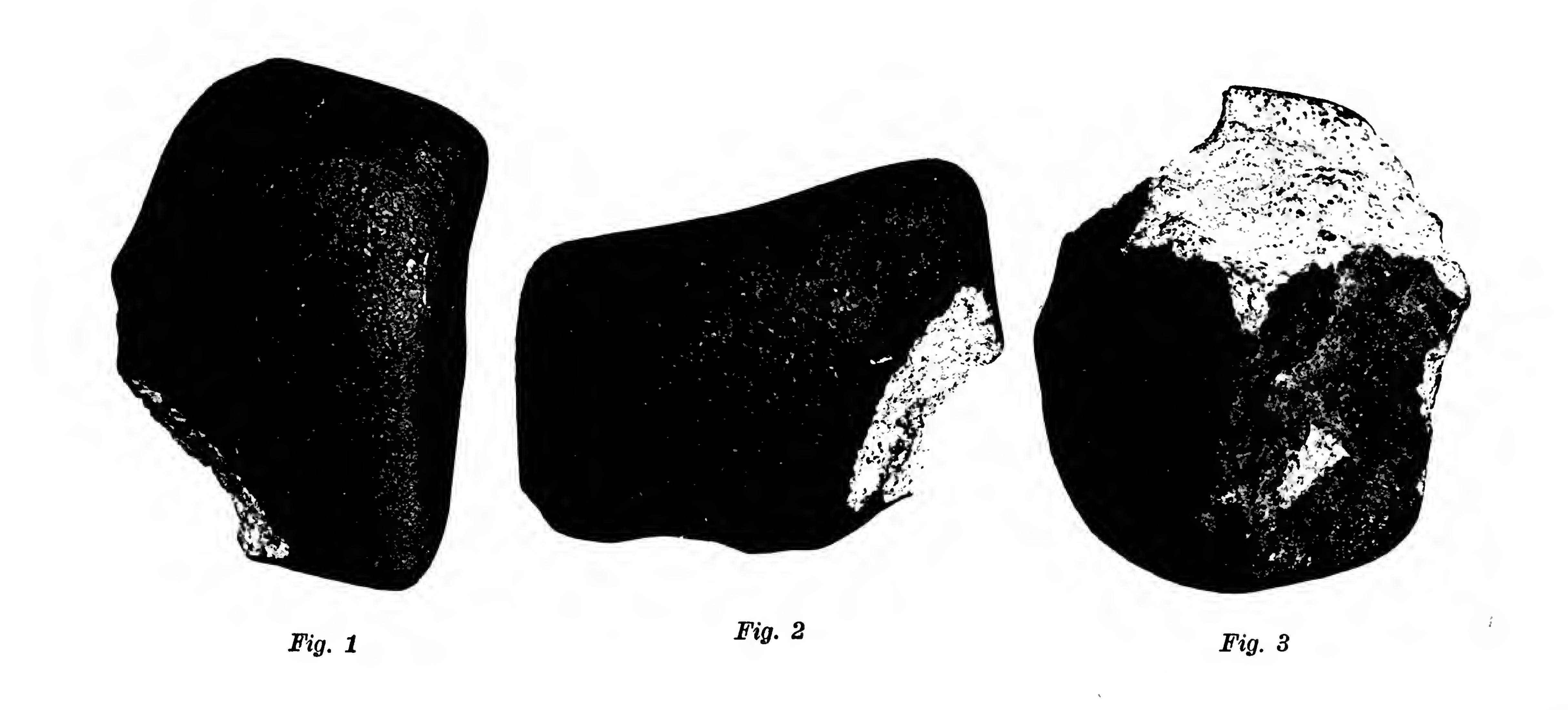


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

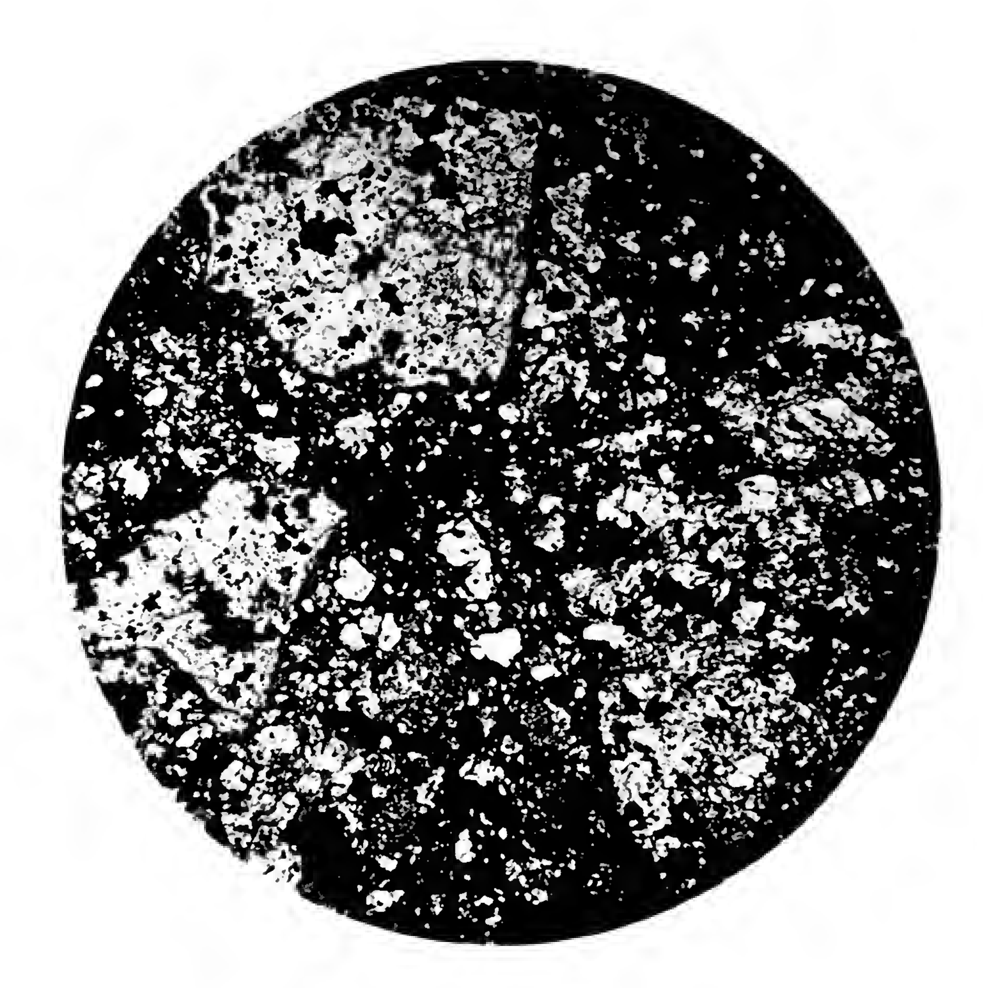


Fig. 1

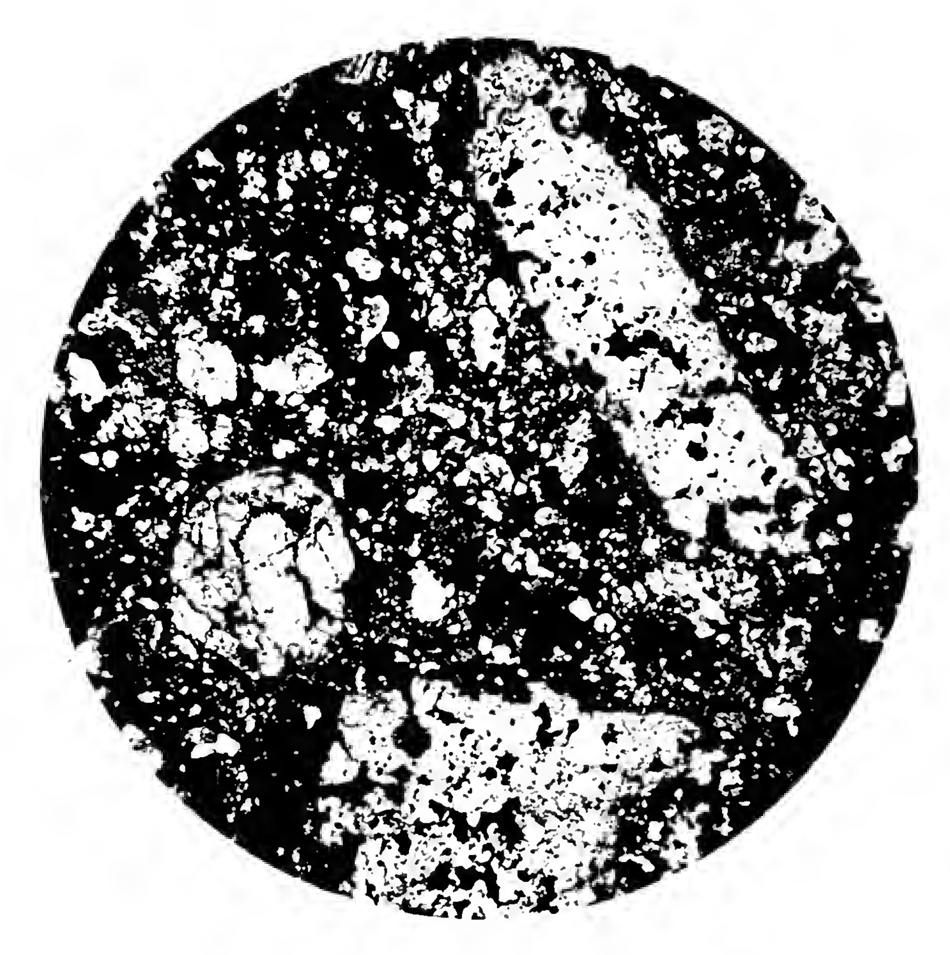


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

J. B. Obernetter, München, repr.



Klimatabellen des Ruhrgebietes.

Von

Fritz Goebel,

Witten (Ruhr).

Mit einer Temperaturkarte (Tafel III) und 15 Textfiguren.

Die nachstehenden Klimatabellen stellen eine erste Bearbeitung der klimatologischen Verhältnisse des Entwässerungsgebietes der Ruhr auf Grund der neueren Beobachtungen (für den 20jährigen Zeitraum von 1891—1910) dar.

Angesichts der Tatsache, daß in diesem etwa 4500 km² umfassenden Teile des Schiefergebirges Höhenunterschiede von über 800 m auftreten, muß für genauere Untersuchungen ein reichlich dichtes Netz von Wetterwarten vorausgesetzt werden, wenn die klimatischen Gegensätze einigermaßen exakt zum Ausdruck gelangen sollen.

Derartig günstige Verhältnisse liegen aber im Ruhrgebiet leider nicht vor. In seinem Bereich hat in dem genannten Zeitraum nur eine einzige Station ununterbrochen beobachtet, nämlich Arnsberg (Ruhr).

Kürzere Zeiträume hindurch wurden Beobachtungen aufgezeichnet in Alt-Astenberg, Brilon und Lüdenscheid. Aus der unmittelbaren Nachbarschaft des Einzugsgebietes der Ruhr konnten die Angaben von Krefeld und Müllenbach (Kr. Gummersbach) mit hinzugezogen werden; für die Temperaturkarte (Tafel III) halfen außerdem die kurzen Beobachtungsreihen von Essen, Mülheim, Dortmund, Siegen und Lahnhof das Bild ergänzen.

Die Tabellen sind berechnet nach den Veröffentlichungen im „Deutschen Meteorologischen Jahrbuch“, her-

ausgegeben von G. Hellmann, Berlin. Eine Auswertung zu einer klimatologischen Übersicht, wie sie als Ergänzung zu meiner Arbeit über „Die Morphologie des Ruhrgebietes" (Verh. des Naturhist. Vereins d. pr. Rheinl. u. Westf., Jahrgang 73, Bonn 1916) geplant war, konnte wegen der Unzulänglichkeit des Materials nicht vorgenommen werden. Immerhin dürften die Tabellen auch in der vorliegenden Rohform für manche Zwecke der Wissenschaft sowie der Forst- und Landwirtschaft, des Wasserbaus, der Luftfahrt, des Wintersports usw., die hier die ersten zuverlässigen Angaben vorfinden, zu verwenden sein.

Die Regenverhältnisse des Ruhrgebietes für annähernd denselben Zeitraum liegen bearbeitet vor in den Regenkarten der Provinzen Westfalen und Rheinland von G. Hellmann, 2. Aufl., Berlin 1914.

Alt-Astenberg i. Westf.

(Wetterwarte III. Ordnung.)

Mittel aus 12jährigen Beobachtungen (1893—1904).

$\varphi = 51^0\ 12'$ N,

$\lambda = 8^0\ 29'$ E,

H = 780 m.

Monate	Lufttemperaturen								
	7^h_a	2^h_p	9^h_p	Tages-Mittel	Mittl. Maxim.	Mittl. Minim.	Absol. Maxim.	Absol. Minim.	Absol. Extre[me] Max.	Min[.]
Jan.	*-3,4	*-2,2	*-3,1	*-2,9	*-0,4	*-5,2	*5,3	*-14,0	*8,6	*-21,3
Febr.	-3,0	-1,2	-2,4	-2,2	0,5	-4,4	6,1	-11,4	16,5	-17,9
Mrz.	-0,6	1,8	-0,2	0,0	3,4	-2,5	11,9	-8,5	17,5	-15,2
Apr.	2,0	6,3	2,9	3,5	8,1	0,7	17,2	-4,9	23,3	-9,2
Mai	6,8	11,0	7,2	8,1	13,0	4,6	23,4	-1,5	27,5	-2,9
Juni	10,5	14,4	10,6	11,5	16,9	8,3	25,7	2,8	27,5	0,5
Juli	**11,9**	**15,7**	**12,1**	**13,0**	**18,0**	**10,0**	**26,6**	**5,2**	**30,5**	**3,3**
Aug.	11,2	15,2	11,8	12,6	17,2	9,8	25,3	5,2	28,1	3,3
Sept.	8,5	12,4	9,3	9,9	14,1	7,4	21,8	2,5	26,9	0,4
Okt.	4,8	7,7	5,5	5,9	9,5	3,7	17,3	-2,2	20,8	-4,2
Nov.	0,6	2,4	0,7	1,1	3,9	0,1	10,9	-7,8	16,7	-12,7
Dez.	-1,9	-1,0	-1,8	-1,6	0,7	-3,5	6,9	-11,5	9,2	-17,5
Jahr	4,0	6,9	4,4	4,9	8,8	2,3	27,9	-15,5	30,5	-21,3

Anm.: 7^h_a, 2^h_p, 9^h_p, Tagesmittel, mittl. Maximum, mittl. Minimum, absolutes Maximum, absolutes Minimum sind nach Arnsberg auf 20 Jahre (1891—1910) reduziert.

Windverteilung (Tage)							
N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
33,0	26,4	*15,7	24,3	16,3	**168,8**	36,1	42,8

Kalmen (Tage)
1,7

Monate	Eistage (E) Frosttage (F) Sommertage (S)			Niederschlag ≧ 0,2 mm
	E	F	S	Tage
Jan.	**14,5**	26,3	—	15,9
Febr.	13,1	23,9	—	15,9
Mrz.	5,9	22,4	—	**17,3**
Apr.	1,1	12,8	—	15,6
Mai	—	3,8	0,2	15,7
Juni	—	—	1,4	*13.6
Juli	—	—	**3,5**	16,3
Aug.	—	—	1,6	17,2
Sept.	—	—	0,5	15,1
Okt.	0,1	5.0	—	17,0
Nov.	5,0	16,9	—	13,7
Dez.	11,3	**26,9**	—	15,3
Jahr	51,0	138,1	7,2	188,4

Monate	Tage								Bewölkung
	Schnee ≧ 0,1 mm	Schneedecke	Hagel	Graupeln	Gewitter	Nebel	heitere	trübe	1—10
an.	13,2	22,8	0,8	—	0,3	16,1	0,9	21,4	
ebr.	14,3	**23,2**	0,9	—	0,1	15,1	*0,3	19,6	
Irz.	**14,7**	21,2	2,1	0,1	0,4	14,1	1,2	20,0	
pr.	9,3	9,4	**2,9**	0,4	1,8	9,8	1,3	15,3	
lai	4,6	1,8	2,3	0,6	2,3	9,2	0,5	16,0	
uni	0,2	—	0,1	**1,5**	4,7	*8,3	0,8	15,8	
uli	—	—	—	0,3	**5,3**	9,5	1,1	16,0	
ug.	—	—	—	0,3	3,9	10,2	1,1	15,5	
ept.	0,2	—	0,3	1,0	2,1	13,5	**1,9**	***14,2**	
kt.	3,0	1,7	1,1	0,2	0,3	16,1	1,1	19,8	
ov.	6,3	6,5	0,7	—	0,1	16,8	1,1	19,7	
ez.	12,9	22,8	0,8	—	—	**18,7**	0,9	**23,0**	
ahr	78,6	109,5	11,9	4,3	21,3	157,3	12.2[1])	216,3[1])	7,9[1])

1) Bewölkung überschätzt.

Frost- und Schneegrenzen					
Das Thermometer sank zum letzten Male unter 0⁰	Das Thermometer sank zum ersten Male unter 0⁰	Zwischenzeit in Tagen	Es fiel Schnee zum letzten Male	Es fiel Schnee zum ersten Male	Zwischenzeit in Tagen
13. Mai	18. Okt.	158	20. Mai	15. Okt.	148

Arnsberg (Ruhr).

(Wetterwarte II. Ordnung.)

Mittel aus 20jährigen Beobachtungen (1891—1910).

$\varphi = 51^0\ 24'$ N,

$\lambda = 8^0\ 4'$ E,

H = 207 m.

Monate	Lufttemperaturen									
	7^h a	2^h p	9^h p	Tages-Mittel	Mittl. Max.	Mittl. Min.	Absol. Max.	Absol. Min.	Absol. Extrem Max.	Absol. Extrem Min.
Jan.	*—0,7	*2,2	*0,2	*0,5	*3,2	*—2,4	*9,0	*—12,9	*11,9	—21,
Febr.	—0,2	3,7	1,0	1,4	4,8	—1,8	12,0	—10,7	24,5	*—23,
März	1,7	7,1	3,2	3,8	8,4	0,1	16,6	— 6,6	21,6	—17,
April	5,6	11,5	6,8	7,7	12,9	2,9	21,7	— 3,2	27,6	— 6,
Mai	10,3	16,0	10,8	12,0	17,4	6,5	27,2	0,0	33,5	— 2,
Juni	14,0	19,4	14,2	15,5	20,9	10,1	28,8	4,6	31,6	2,
Juli	**15,1**	**20,4**	**15,4**	**16,6**	**21,8**	**11,9**	**29,3**	**7,0**	**33,9**	4,
Aug.	14,4	20,2	14,8	16,1	21,5	11,5	28,6	6,0	33,3	3,
Sept.	10,9	17,2	11,9	13,0	18,5	8,8	25,9	2,7	30,0	— 1,
Okt.	7,3	12,6	8,5	9,2	14,0	5,7	21,9	— 1,4	25,0	— 6,
Nov.	3,1	7,0	4,0	4,5	8,0	2,4	15,1	— 6,4	20,7	—11,
Dez.	1,0	3,4	1,6	1,9	4,4	—0,7	10,8	— 9,9	12,8	—16,
Jahr	6,9	11,7	7,7	8,5	13,0	4,5	30,9	—14,7	33,9	—23,

Monate	Luftdruck	Windverteilung (in Tagen)							
	mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Januar . .	744,1	*1,5	1,9	2,4	**6,4**	5,8	5,5	4,8	2,
Februar. .	742,4	*1,4	1,7	2,4	4,2	4,9	**6,1**	4,6	3,
März . . .	*740,7	2,8	2,9	*2,7	3,8	5,2	**6,0**	4,2	3,
April . . .	741,4	*3,2	3,5	**3,5**	3,7	3,6	4,1	**4,5**	3,
Mai . . .	742,4	*3,2	3,5	3,8	3,7	3,7	3,6	**5,1**	4,
Juni . . .	743,1	3,3	*2,6	3,1	3,3	3,0	4,8	**5,3**	4,
Juli . . .	743,1	2,8	*1,5	1,5	2,8	3,3	6,4	**7,2**	5,
August . .	743,2	1,6	*1,3	1,5	3,0	4,0	**9,0**	6,1	4,
September .	**744,5**	*1,6	2,1	2,1	5,6	3,3	**6,6**	4,2	4,
Oktober. .	742,3	*1,3	1,4	3,5	5,6	**7,5**	6,9	3,0	1,
November .	743,1	1,8	*1,2	3,3	**7,1**	5,8	5,8	3,4	1,
Dezember .	742,0	1,6	*1,3	2,7	5,9	**8,5**	5,9	3,3	1,
Jahr . . .	742,7	26,1	*24,9	32,4	54,9	58,4	**70,6**	55,6	42,

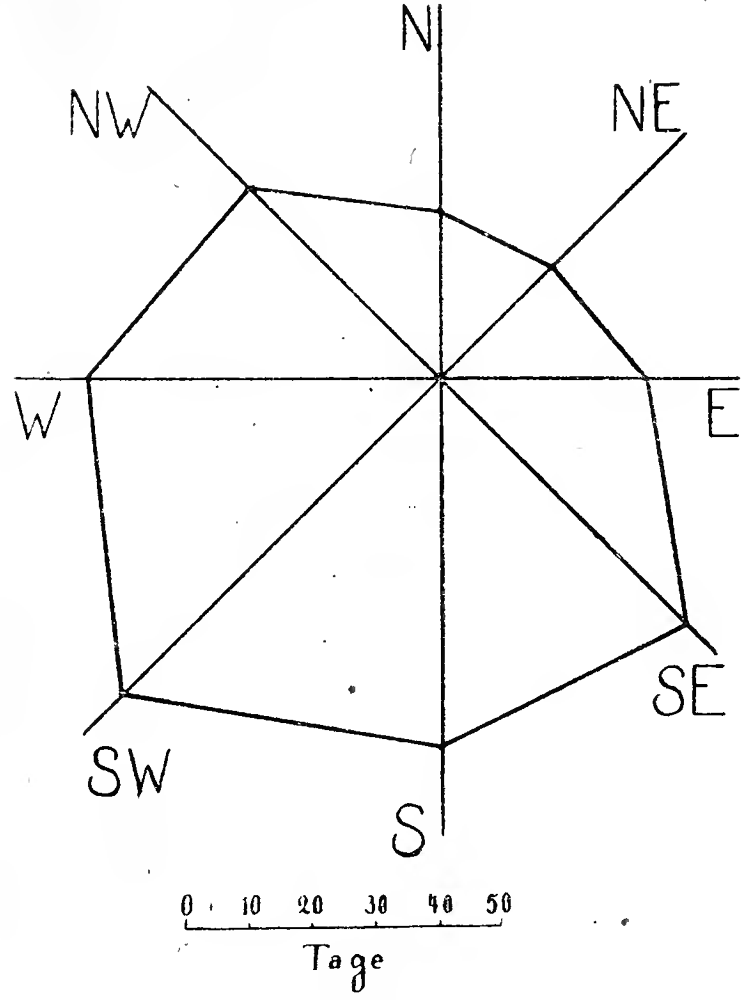


Fig. 1. Jährliche Windverteilung in Arnsberg.

Monate	Luftfeuchtigkeit		Eistage (E) Frosttage (F) Sommertage (S)			Niederschlag ≧ 0,2 mm		Tage	
	abs. mm	rel. %	E	F	S	Tage Zahl	Tage %	Schnee ≧ 0,1 mm	Schneedecke[1])
an.	*4,2	85,3	**6,5**	**18,0**	—	**17,7**	57	**10,1**	11,5
ebr.	4,4	83,6	3,4	15,9	—	16,4	**59**	9,9	**15,4**
ärz	4,8	78,7	0,9	15,4	—	16,3	53	9,0	8,6
pril	5,7	72,8	—	6,3	0,1	15,7	52	3,7	1,2
ai	7,7	*72,5	—	1,1	2,5	14,9	48	0,9	—
uni	9,9	74,6	—	—	6,2	14,2	47	—	—
uli	**11,0**	77,6	—	—	**7,0**	16,5	53	—	—
ugust	10,8	78,2	—	—	5,1	16,4	53	—	—
ept.	9,3	81,6	—	0,2	2,2	*13,6	*45	—	—
kt.	7,4	82,6	—	3,0	0,1	14,6	47	0,7	0,1
ov.	5,5	84,2	0,5	10,8	—	14,5	48	3,1	1,9
ez.	4,7	**85,8**	4,0	14,5	—	16,4	53	6,2	7,4
ahr	7,1	79,8	15,2	85,1	23,1	187,0	51	43,4	46,2

1) 1893—1910.

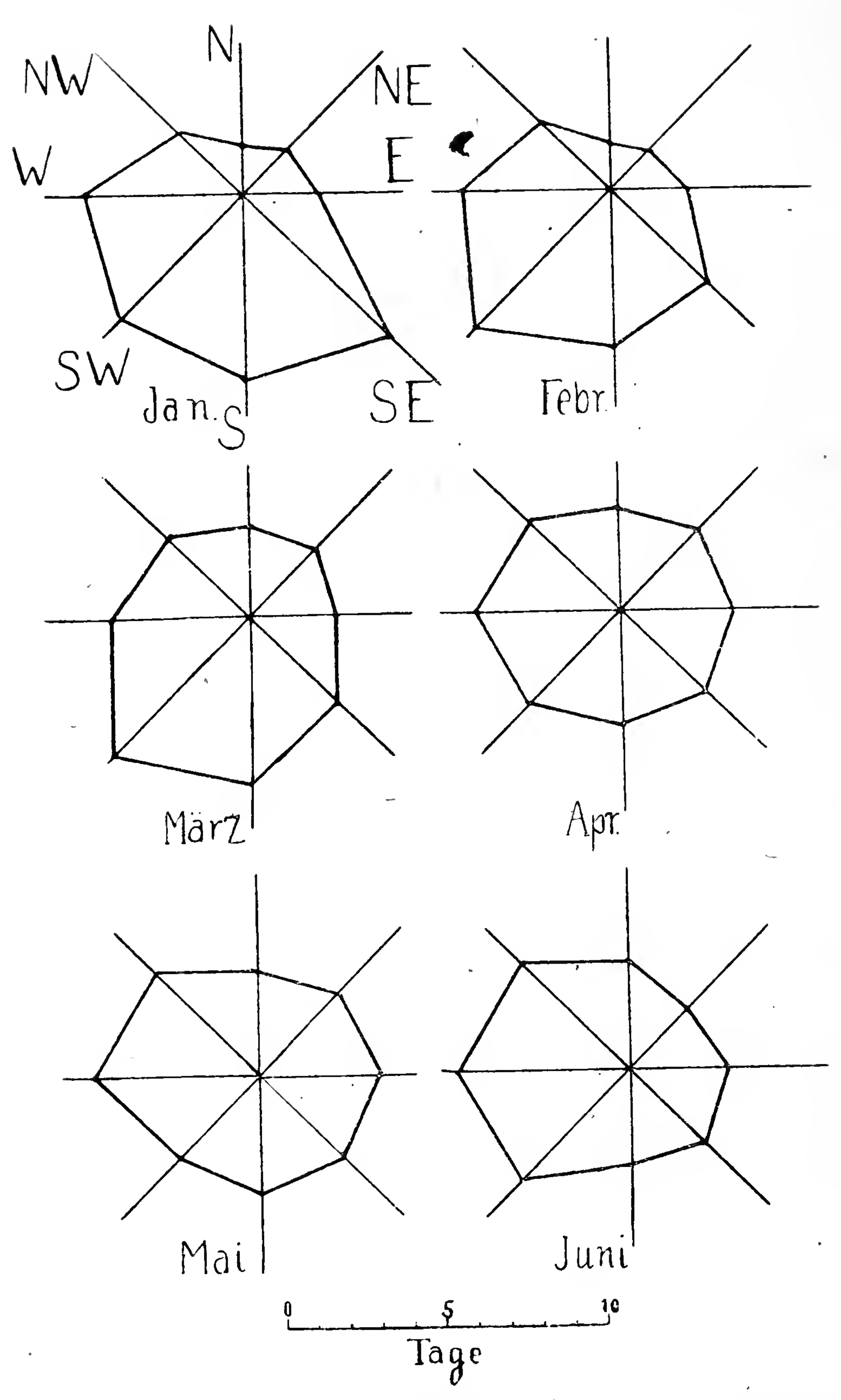


Fig. 2—7. Monatliche Windverteilung in Arnsberg.

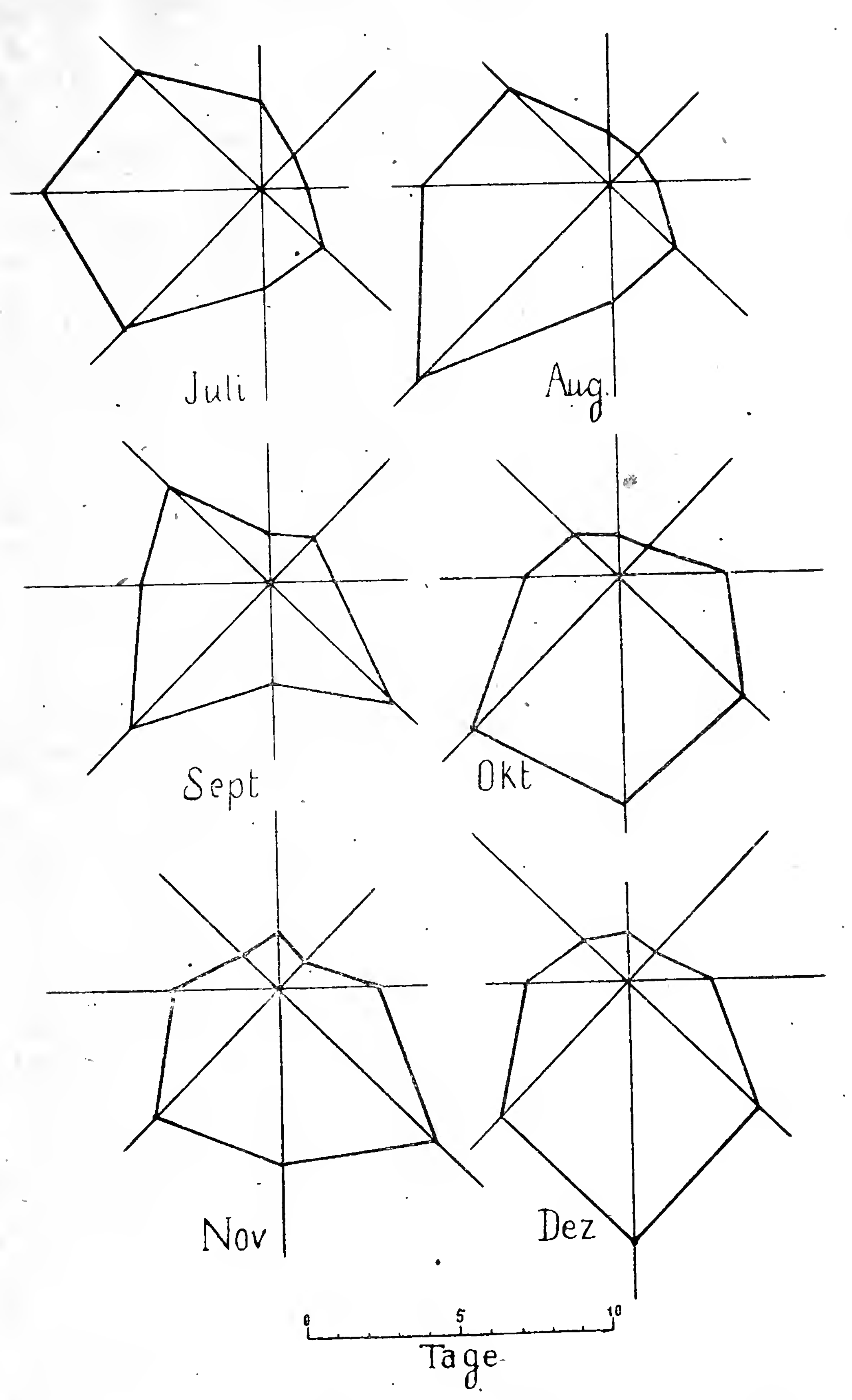


Fig. 8—13. Monatliche Windverteilung in Arnsberg.

Monate	Tage						Bewölkung
	Hagel	Graupeln	Gewitter	Nebel	heitere	trübe	1—10
Januar	2,7	—	0,4	4,5	4,7	16,1	6,9
Februar	3,0	—	0,4	4,4	3,4	15,6	**7,2**
März	**3,2**	—	0,8	4,3	4,5	13,0	6,5
April	2,6	0,1	2,1	4,0	**4,8**	10,5	*6,1
Mai	1,4	**0,5**	4,5	4,0	3,7	10,8	6,2
Juni	0,2	0,3	**6,3**	4,3	2,9	*9,7	6,3
Juli	0,1	0,3	6,3	*3,8	*2,9	11,5	6,5
August	*0,1	0,2	5,5	4,6	3,5	11,5	6,4
September	0,1	0,2	2,3	**8,5**	4,5	11,1	6,3
Oktober	0,5	0,1	1,0	6,5	4,0	11,8	6,5
November	1,7	0,1	0,4	6,1	4,7	14,2	6,7
Dezember	2,7	0,2	*0,1	*3,8	4,0	**16,2**	7,1
Jahr	18,1	1,7	29,5	58,6	47,3	151,7	6,6

	7^h_a	2^h_p	9^h_p
Relative Feuchtigkeit %	85,4	68,2	85,6
Bewölkung	6,8	7,0	5,9

Frost- und Schneegrenzen

Das Thermometer sank zum letzten Male unter 0°	Das Thermometer sank zum ersten Male unter 0°	Zwischenzeit in Tagen	Es fiel Schnee zum letzten Male	Es fiel Schnee zum ersten Male	Zwischenzeit in Tagen
5. Mai	20. Okt.	168	29. April	16. Nov.	201
Absolute Extreme der Frost- und Schneegrenzen					
24. Mai 05	20. Sept. 04	*118	19. Mai 00	14. Okt. 05	*148
19. April 01	7. Nov. 98	**202**	25. März 98	28. Dez. 94	**278**

Brilon.

(Wetterwarte III. Ordnung.)

Mittel aus 13jährigen Beobachtungen (1891—1903).

$\varphi = 51^0\ 24'$ N,

$\lambda = \ 8^0\ 34'$ E,

H = 455 m.

Monate	Lufttemperaturen									
	7^h_a	2^h_p	9^h_p	Tages-Mittel	Mittl. Max.	Mittl. Min.	Absol. Max.	Absol. Min.	Absol. Extreme Max.	Absol. Extreme Min.
Jan.	*—1,9	*0,3	*—1,4	*—1,1	*1,6	*—3,7	*8,1	*—13,0	*11,1	—20,2
Febr.	—1,3	1,4	—0,5	—0,2	2,9	—2,8	9,8	—11,4	20,5	*—23,2
März	0,6	4,8	1,7	2,1	6,2	—1,0	15,3	— 7,5	21,0	—14,8
April	4,2	9,2	5,2	5,9	10,6	2,2	20,1	— 3,5	24,1	— 8,8
Mai	8,8	13,9	9,5	10,4	15,2	5,7	25,7	— 0,6	32,7	— 4,2
Juni	12,6	17,2	13,0	13,9	19,0	9,1	27,5	3,6	30,5	1,2
Juli	**13,8**	**18,4**	**14,2**	**15,1**	**20,0**	**10,6**	**28,2**	5,4	31,6	0,6
Aug.	13,2	18,2	13,7	14,7	19,8	10,4	27,8	**5,8**	**33,7**	**3,6**
Sept.	10,2	15,4	11,2	11,9	16,7	8,2	25,3	2,7	29,7	1,4
Okt.	6,5	10,5	7,3	7,9	11,9	4,7	21,0	— 1,6	27,7	— 4,9
Nov.	2,3	5,2	2,8	3,2	6,5	1,5	14,5	— 6,6	19,0	—11,2
Dez.	—0,2	1,4	0,2	0,4	2,7	—1,9	9,4	—10,4	12,1	—17,1
Jahr	5,8	9,7	6,4	7,1	11,2	3,4	30,0	—15,0	33,7	—23,2

Anm.: 7^h_a, 2^h_p, 9^h_p, Tagesmittel, mittleres Maximum, mittleres Minimum, absolutes Maximum, absolutes Minimum sind nach Arnsberg auf 20 Jahre (1891—1910) reduziert.

Windverteilung (in Tagen)

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalmen
16,1	*13,5	33,9	25,9	33,7	84,9	**126,6**	25,7	4,8

Monate	Eistage (E) Frosttage (F) Sommertage (S)		
	E	F	S
Jan.	**10,5**	**22,4**	—
Febr.	7,6	19,7	—
März	3,0	16,9	—
April	0,1	7,9	—
Mai	—	1,7	1,2
Juni	—	—	3,8
Juli	—	—	**5,3**
Aug.	—	—	4,4
Sept.	—	—	2,1
Okt.	—	3,0	0,1
Nov.	1,7	12,2	—
Dez.	7,4	19,4	—
Jahr	30,1	103,2	16,8

Monate	Niederschlag ≧ 0,2 mm Tage
Jan.	**18,9**
Febr.	15,8
März	16,5
April	15,2
Mai	14,3
Juni	13,7
Juli	16,6
Aug.	16,9
Sept.	14,6
Okt.	16,1
Nov.	*12,0
Dez.	16,8
Jahr	187,5

Monate	Tage							
	Schnee ≧ 0,1 mm	Schneedecke	Hagel	Graupeln	Gewitter	Nebel	heitere	trübe
Jan.	**12,5**	16,0	1,5	0,1	0,3	**4,2**	3,2	**16,9**
Febr.	11,8	**18,1**	2,0	—	*0,1	3,8	4,3	14,2
März	10,8	10,9	**2,3**	0,1	0,8	2,6	3,6	13,9
April	6,2	2,6	2,0	0,1	1,8	1,7	3,3	11,6
Mai	2,0	0,4	1,4	0,1	4,1	1,5	2,8	11,3
Juni	—	—	0,3	0,1	**6,8**	1,3	2,8	10,5
Juli	—	—	*0,2	0,1	6,2	*0,5	*2,4	12,3
Aug.	—	—	0,2	**0,2**	6,0	1,1	3,7	*9,5
Sept.	0,1	—	0,4	**0,2**	2,5	2,4	**4,7**	9,6
Okt.	1,5	0,3	0,5	0,1	0,5	2,8	*2,4	12,5
Nov.	4,1	3,1	0,9	—	0,2	3,6	3,4	13,2
Dez.	11,0	13,1	1,7	0,1	0,3	3,5	2,7	16,1
Jahr	59,8	64,5[2])	13,5	0,9	29,5	29,1	39,2[1])	151,7[1])

Bewölkung
6,6[1])

1) Bewölkung z. T. unterschätzt.
2) 1893—1903.

Frost- und Schneegrenzen

Das Thermometer sank zum letzten Male unter 0°	Das Thermometer sank zum ersten Male unter 0°	Zwischenzeit in Tagen	Es fiel Schnee zum letzten Male	Es fiel Schnee zum ersten Male	Zwischenzeit in Tagen
4. Mai	21. Okt.	170	3. Mai	1. Nov.	182

Krefeld.

(Wetterwarte II. Ordnung.)

Mittel aus 20jährigen Beobachtungen (1891—1910).

$\varphi = 51^0\ 20'$ N,

$\lambda = 6^0\ 34'$ E,

H = 38 m (bis 1895: 41,8 m).

Monate	Lufttemperaturen									
	7^h_a	2^h_p	9^h_p	Tages-Mittel	Mittl. Max.	Mittl. Min.	Absol. Max.	Absol. Min.	Absol. Extreme Max.	Absol. Extreme Min.
an.	*0,2	*2,7	*1,0	*1,3	*3,7	*—1,1	*10,1	*—9,3	14,2	*—18,9
ebr.	0,8	4,3	2,0	2,3	5,2	—0,4	11,9	—7,1	18,5	—18,1
lärz	2,5	7,7	4,7	4,9	8,9	1,6	16,0	—3,8	20,7	— 9,2
pril	5,8	12,0	8,2	8,6	13,4	4,3	21,6	—1,2	25,5	— 4,7
lai	10,4	16,4	12,3	12,9	18,0	8,0	27,6	1,6	31,8	— 0,5
uni	14,1	19,7	15,7	16,3	21,4	11,4	29,2	6,0	32,7	3,9
uli	**15,3**	**20,8**	**16,9**	**17,5**	**22,4**	**12,9**	29,5	**8,3**	**33,8**	**5,4**
ug.	14,6	20,7	16,3	17,0	22,0	12,6	**29,6**	7,8	33,6	5,3
ept.	11,3	17,6	13,5	14,0	18,7	10,0	26,1	4,4	30,7	2,0
kt.	7,7	13,0	9,3	9,8	13,8	6,7	20,9	0,4	25,5	— 4,2
ov.	3,9	7,3	5,0	5,3	8,2	2,7	14,2	—3,6	19,9	— 8,4
ez.	1,7	3,8	2,2	2,5	4,8	0,3	11,4	—7,0	*13,6	—13,5
ahr	7,4	12,2	8,9	9,4	13,4	5,7	31,5	—11,3	33,8	—18,9

Windverteilung (in Tagen)								
N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalmen
25,6	39,3	*14,1	49,4	43,2	**94,5**	54,4	41,7	3,1

Monate	Eistage (E) Frosttage (F) Sommertage (S)		
	E	F	S
Jan.	**5,0**	**15,2**	—
Febr.	2,6	13,3	—
März	0,3	8,4	—
April	—	2,5	0,1
Mai	—	0,2	3,2
Juni	—	—	6,6
Juli	—	—	**8,4**
Aug.	—	—	6,3
Sept.	—	—	1,8
Okt.	—	1,1	0,1
Nov.	0,3	6,4	—
Dez.	3,6	12,4	—
Jahr	11,8	59,2	26,3

Niederschlag ≧ 0,2 mm Tage	
Zahl	%
13,5	43
13,4	**48**
13,5	43
13,5	45
12,7	41
11,1	37
14,1	45
13,1	42
*10,9	*36
13,6	44
11,2	37
14,2	46
154,5	42

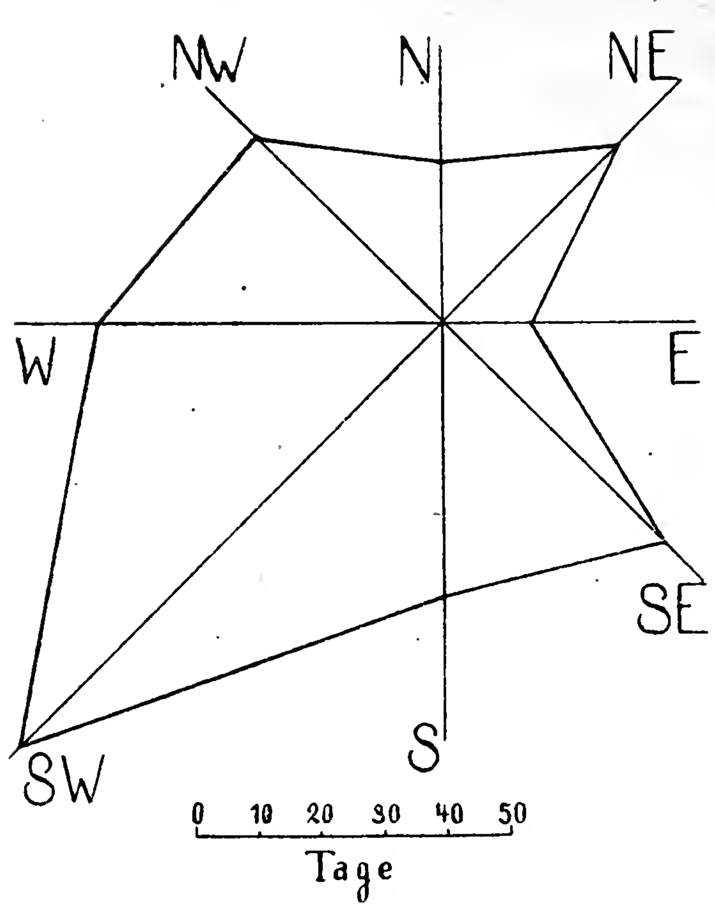


Fig. 14. Jährliche Windverteilung in Krefeld.

Monate	Tage							
	Schnee ≧ 0,1 mm	Schneedecke	Hagel	Graupeln	Gewitter	Nebel	heitere	trübe
Jan.	**6,6**	4,3	0,7	—	0,2	**2,0**	3,8	**13,7**
Febr.	6,2	**5,2**	1,1	—	*0,1	1,3	*3,2	11,5
März	4,5	1,9	1,3	0,2	0,4	0,7	4,9	8,8
April	1,2	0,1	**1,6**	0,4	1,3	0,2	6,2	5,7
Mai	0,2	—	0,5	**0,6**	3,0	0,2	5,4	5,3
Juni	—	—	0,2	0,2	4,0	*0,1	4,1	5,0
Juli	—	—	—	0,4	**4,1**	0,1	4,5	5,7
Aug.	—	—	—	0,3	3,5	0,3	4,3	*4,6
Sept.	—	—	—	0,2	1,8	1,1	**6,3**	5,6
Okt.	0,1	—	—	0,1	0,3	1,8	4,4	8,5
Nov.	1,4	0,3	0,3	0,2	0,3	1,9	4,2	10,8
Dez.	3,7	2,2	0,4	0,1	*0,1	1,5	4,0	13,0
Jahr	23,8	13,9 [2]	5,9	2,5	18,8	11,0	55,2 [1]	97,9 [1]

Bewölkung
5,8 [1]

1) Bewölkung unterschätzt.
2) Etwas zu gering. 1893—1910.

Frost- und Schneegrenzen					
Das Thermometer sank zum letzten Male unter 0°	Das Thermometer sank zum ersten Male unter 0°	Zwischenzeit in Tagen	Es fiel Schnee zum letzten Male	Es fiel Schnee zum ersten Male	Zwischenzeit in Tagen
15. April	1. Nov.	200	6. April	22. Nov.	230

Müllenbach (Kr. Gummersbach).

(Wetterwarte III. Ordnung.)

Mittel aus 15jährigen Beobachtungen (1896—1910).

$\varphi = 51^0\ 4'$ N,
$\lambda = 7^0\ 35'$ E,
H = 410 m.

Monate	Lufttemperaturen									
	7^h_a	2^h_p	9^h_p	Tages-Mittel	Mittl. Max.	Mittl. Min.	Absol. Max.	Absol. Min.	Absol. Extreme Max.	Absol. Extreme Min.
an.	*—1,9	*0,5	*—1,2	*—0,9	*1,4	*—3,3	*6,9	*—13,2	10,6	*—18,2
ebr.	—1,4	1,8	—0,4	—0,1	2,6	—2,7	9,0	— 9,9	19,7	—15,3
ärz	0,5	5,4	2,0	2,5	6,2	—0,5	14,7	— 6,7	20,5	—10,9
pril	4,3	9,8	5,5	6,3	10,9	2,1	19,9	— 3,0	24,7	— 6,3
ai	9,3	14,2	9,7	10,7	15,5	6,3	25,7	0,1	28,8	— 1,8
uni	12,8	17,7	12,8	14,1	19,1	9,6	27,5	4,4	31,2	2,9
uli	**14,1**	**18,9**	**14,0**	**15,3**	**20,1**	**11,1**	**27,9**	**6,8**	**32,3**	**4,6**
ug.	13,3	18,6	13,7	14,8	19,8	10,8	27,3	6,0	31,4	3,3
ept.	10,2	15,8	11,0	12,0	16,7	8,5	24,6	3,0	28,9	1,7
kt.	6,7	11,0	7,5	8,2	11,8	5,4	20,1	— 0,5	27,6	— 4,4
ov.	2,2	5,2	2,9	3,3	6,1	1,9	13,0	— 5,6	18,1	— 9,5
ez.	—0,4	1,4	0,1	0,3	2,5	—1,6	8,4	—10,0	*10,2	—16,7
ahr	5,9	10,0	6,4	7,2	11,1	3,9	29,6	—14,8	32,3	—18,2

Anm.: 7^h_a, 2^h_p, 9^h_p, Tagesmittel, mittl Maximum, mittleres Minimum, absolutes Maximum, absolutes Minimum sind nach Arnsberg auf 20 Jahre (1891—1910) reduziert.

Windverteilung (in Tagen)

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalmen
24,7	28,9	*15,5	33,9	31,2	63,0	**73,4**	62,4	32,2

Monate	Eistage (E) Frosttage (F) Sommertage (S)			Niederschlag ≧ 0,2 mm
	E	F	S	Tage
Jan.	**8,0**	**21,5**	—	17,5
Febr.	6,3	20,7	—	16,8
März	2,2	15,9	—	17,8
April	—	6,5	—	**18,2**
Mai	—	0,9	1,5	15,3
Juni	—	—	4,1	*14,1
Juli	—	—	**5,1**	16,2
Aug.	—	—	3,5	15,7
Sept.	—	—	0,9	14,3
Okt.	0,4	1,6	0,2	15,0
Nov.	1,5	10,5	—	15,8
Dez.	**8,0**	18,1	—	17,5
Jahr	26,4	95,9	15,4	194,1

Monate	Tage							
	Schnee ≧ 0,1 mm	Schneedecke	Hagel	Graupeln	Gewitter	Nebel	heitere	trüb[e]
Jan.	9,9	**15,1**	0,1	0,1	0,3	8,9	**3,9**	**18,9**
Febr.	**12,4**	**18,6**	0,3	0,2	0,3	7,4	2,7	16,6
März	11,8	11,1	0,3	—	0,7	4,9	2,9	15,3
April	6,1	2,8	**0,5**	0,1	1,5	4,7	2,6	11,5
Mai	1,8	0,3	0,3	**0,4**	3,8	4,7	3,0	*10,2
Juni	—	—	0,1	0,2	**6,5**	*4,2	*1,8	11,4
Juli	—	—	—	0,1	5,7	5,4	1,9	12,5
Aug.	—	—	—	0,1	4,7	6,3	2,6	12,5
Sept.	—	—	0,1	—	2,1	7,7	3,5	11,4
Okt.	1,1	0,7	0,3	0,1	0,7	7,3	3,6	13,5
Nov.	4,9	4,0	**0,5**	—	0,2	**10,1**	3,7	16,4
Dez.	8,0	10,0	0,3	0,2	*0,1	9,7	2,7	18,7
Jahr	55,9	62,5	2,9	1,5	26,6	81,3	35,0	168,8

Bewölkung
7,1

Frost- und Schneegrenzen

Das Thermometer sank zum letzten Male unter 0⁰	Das Thermometer sank zum ersten Male unter 0⁰	Zwischenzeit in Tagen	Es fiel Schnee zum letzten Male	Es fiel Schnee zum ersten Male	Zwischenzeit in Tagen
4. Mai	30. Okt.	179	30. April	11. Nov.	195

Mittlere Jahrestemperatur.
(20jähr. Mittel [1891—1910].)

Station	H m	φ N	λ E	Beobachtungs-Zeitraum	Mittlere Jahrestemperatur	Bemerkungen
Krefeld . . .	38	51° 20′	6° 34′	1891—1910	9,4	—
Mülheim (Ruhr)	(42) 49	51° 26′	6° 53′	1891—1896	9,7	reduziert n. Arnsberg u. Krefeld.
Essen (Ruhr) .	106	51° 26′	7° 0′	1904—1910	9,3	„
Dortmund . .	120	51° 30′	7° 29′	1898—1904	9,0	„
Arnsberg (Ruhr)	207	51° 24′	8° 4′	1891—1910	8,5	—
Siegen . . .	240	50° 52′	8° 1′	1895—1904	7,5	reduziert nach Arnsberg.
Lüdenscheid .	403	51° 13′	7° 31′	1891—1894	7,1	„
Müllenbach .	410	51° 4′	7° 35′	1896—1910	7,2	„
Brilon . . .	455	51° 24′	8° 34′	1891—1903	7,1	„
Lahnhof . . .	611	50° 54′	8° 15′	1891—1896	6,5	„
Alt-Astenberg .	780	51° 12′	8° 29′	1893—1904	4,9	„

Erläuterungen.

1. Geschichtliches.

Älteste zusammenhängende Betrachtungen über das Klima des Sauerlandes finden sich in einer kleinen Schrift des Kgl. Preuß. Forstrates Chr. Fr. Meyer aus den Jahren 1798/9, betitelt: Versuch einiger Naturbeobachtungen des gebürgigten Süderlandes. Sieht man von manchen sehr phantasievollen und noch unzutreffenden Anschauungen des Verfassers ab, die bei den beschränkten Kenntnissen der damaligen Zeit nicht wundernehmen dürfen, so finden sich in diesem „Versuch" bereits verschiedene richtige Gedanken zum ersten Male ausgesprochen, so z. B. die Milderung der Winterextreme durch

den Einfluß des nahen Ozeans, der Gegensatz in der Niederschlagsmenge zwischen West und Ost infolge der vorwiegenden Kondensation des Wasserdampfes an den dem Ozean zugekehrten westlichen Teilen des Gebirges, der Temperaturunterschied zwischen Tälern und Höhen u. a. m. (16, S. 17—26).

Im Jahre 1817 begann N. Emmerich in Arnsberg mit den ersten zahlenmäßigen Beobachtungen und zwar des Luftdrucks, der Lufttemperatur, der Witterungslage und der Windrichtung, die er (mit Ausschluß des Jahres 1820) bis 1851 fortsetzte und zusammengefaßt im „Neuen statistischen Handbuch des Reg.-Bez. Arnsberg“ 1856 veröffentlichte.

Die erste amtliche Wetterwarte des Ruhrgebietes wurde nach Féaux (5, S. I) als 4. Station der Provinz Westfalen im Dez. 1863 in Olsberg (Ruhr) eingerichtet und kurz darauf nach Bigge verlegt.

„Im Oktober 1866 wurde die Station Paderborn aufgehoben und statt ihrer eine neue in Arnsberg hergestellt.“

In Bigge und Arnsberg fanden dreimal täglich Beobachtungen statt, deren Resultate aus den vier ersten Jahren Féaux in einer 1870 erschienen Zusammenstellung (5) mitgeteilt hat.

1893 wurden die klimatischen Verhältnisse von Arnsberg — Bigge war inzwischen eingegangen — auf Grund 26jähriger Beobachtungen von A. Hentze dargestellt (12).

Arnsberg arbeitete als Station II. Ordnung. Stationen III. Ordnung bestanden von 1887—97 in Mülheim (Ruhr), von 1890—95 in dem ehemaligen Gut Straße bei Lüdenscheid und von 1890—1904 in Brilon.

Im Jahre 1892 wurden vom Kgl. Preuß. Meteorologischen Institut eine größere Anzahl Regenstationen eingerichtet, deren Beobachtungsergebnisse bis 1911 als Regenkarten der Provinzen Westfalen und Rheinland (9 u. 10) bearbeitet vorliegen.

2. Lufttemperatur.

„Ein Klima mit einer mittleren Jahresamplitude bis höchstens 15^0 bezeichnen wir als Äquatorial-, beziehungsweise Seeklima, von 15—20^0 als Übergangsklima“ (18, S. 110).

Die Jahresamplitude beträgt für

Krefeld 16,2^0,
Arnsberg 16,1^0,
Müllenbach 16,2^0,
Brilon 16,2^0,
Alt-Astenberg 15,9.

Diesen Werten entsprechend gehört das Klima des Ruhrgebietes zu dem Typus des Übergangsklimas, jedoch mit bedeutendem Überwiegen des ozeanischen Einflusses.

Die Wirkung der nur 200 km entfernten Nordsee (Entfernung der Zuidersee von der Ruhrmündung = 125 km) tritt am deutlichsten in Erscheinung, wenn man die Jahres-, sowie die Januar- und Julitemperaturen der für das Ruhrgebiet bezeichnendsten Station Arnsberg mit den entsprechenden Durchschnittstemperaturen des zugehörigen Parallelkreises vergleicht.

	Jan.	Juli	Jahr
Mittl. Temp. von $51^1/_2{}^0$ nördl. Breite (nach F. Hopfner [13] interpoliert):	−8,8	17,3	4,8
Mittl. Temp. von Arnsberg (207 m ü. M.):	0,5	16,6	8,5

Es zeigt sich, daß Arnsberg trotz seiner Höhenlage (207 m) im Jahresdurchschnitt um 3,7° seiner Breite gegenüber begünstigt ist.

Für den Januar ergibt sich ein um 9,3° höherer Wert, als der Station ihrer Breitenlage nach zukommt, eine Folge des im Winter besonders stark mildernden Einflusses der Nordsee. Im Juli ist sie dagegen um 0,7° kälter infolge der kühlenden Wirkung des Meeres im Hochsommer.

Aus den Werten für die Temperaturamplitude geht zugleich hervor, daß sich der ozeanische Einschlag wesentlich gleichmäßig über das ganze Gebiet verteilt, während z. B. in der Rheinprovinz zwischen dem ozeannahen Aachen und dem mehr kontinentalen Frankfurt a. M. ein Unterschied von 2,7° vorhanden ist (17, S. 254).

Die Temperaturverteilung wird bei der starken Reliefgliederung des Sauerlandes in erster Linie von der Höhenlage bestimmt. Die mittlere Jahrestemperatur eines Punktes des Ruhrgebietes stellt im allgemeinen eine lineare Funktion seiner Seehöhe dar.

Auf Grund dieser Abhängigkeit wurde die beigegebene Temperaturkarte des Ruhrgebietes (Tafel III) gezeichnet. Da die Zahl der vorhandenen Stationen gegenüber der ungemein reichen Vertikalgliederung der Gebirgslandschaft sehr gering ist, liefert sie nur ein schematisches Bild der Temperaturverteilung. Das wirkliche Bild ist jedenfalls viel komplizierter.

Der Unterschied zwischen dem Jahresmittel der tiefstgelegenen Station Krefeld (9,4°) und der höchstgelegenen Alt-Astenberg (4,9°) beträgt 4,5°.

Danach darf man der niedrigsten Stelle (Mündung der Ruhr, 20 m ü. M.) ein Jahresmittel von etwa 9,5°, den höchsten Punkten (Langenberg 843,1 m, Astenberg 840,7 m) ein solches von etwa 4,5°

zuschreiben, so daß also der größte Unterschied zwischen den im Ruhrgebiet herrschenden mittleren Jahrestemperaturen etwa 5° beträgt.

Besonders deutlich zeigt die Zahl der Eis-, Frost- und Sommertage[1]) den außerordentlichen klimatischen Unterschied zwischen den hochgelegenen Teilen des Gebirgslandes und dem Niederrheinischen Tiefland. Allerdings sind diese Werte wegen der verschiedenen Beobachtungsperiode nicht exakt vergleichbar. Dieser Nachteil tritt aber ihrer großen Anschaulichkeit gegenüber in den Hintergrund, da es uns hier nur auf die Größenordnung ankommt.

	Seehöhe	Eis-	Frost-	Sommertage im Jahr
Krefeld	40 m	11,8	59,2	26,3
Arnsberg	210 „	15,2	85,1	23,1
Müllenbach	410 „	26,4	95,9	15,4
Alt-Astenberg	780 „	51,0	138,1	7,2

Ähnliche Unterschiede zeigen die Daten der Frost- und Schneegrenzen, die ebenfalls nur annäherungsweise vergleichbar sind.

Die Temperaturabnahme mit der Höhe ist gewissen jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen, wie aus nachstehender Tabelle ersichtlich ist:

	Mittlere Lufttemperatur				
	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Krefeld	2,0	8,8	16,9	9,7	9,4
Alt-Astenberg	—2,2	3,9	12,4	5,6	4,9
Unterschied	4,2	4,9	4,5	4,1	4,5

Die schroffsten Unterschiede weist der Frühling auf. In dieser Jahreszeit ist das Gebirgsland gegenüber der Ebene relativ am kältesten. Im Winter und Herbst sind die Verhältnisse gerade umgekehrt, die Gebirgsregionen also relativ warm.

„In höherem Maße als im Harz und im Thüringer Walde gibt eine vornehmlich plateauartige Entfaltung der Gebirgsmassen dem Rechtsrheinischen Schiefergebirge und dem Hessischen Berglande das ihnen eigentümliche Gepräge. Aber nicht allein diesem Umstand ist die thermische Begünstigung zuzuschreiben.

Für die Herbst- und Wintermonate dürfte die Wärmewirkung einen nicht zu unterschätzenden Faktor in der bei der

1) An Eistagen bleibt die höchste Tagestemperatur unter 0°, an Frosttagen sinkt die niedrigste Tagestemperatur unter 0°, an Sommertagen steigt die Temperatur über 25°.

Entstehung der in diesen Gebirgen reichlichen Niederschläge freiwerdenden Kondensationswärme finden" (7, S. 61).

3. Luftdruck und Winde.

Die Luftdruckverteilung ganz Mitteldeutschlands wird in erster Linie von den meist nördlich von W. nach O. vorüberziehenden Tiefdruckwirbeln beeinflußt, die ein bedeutendes Überwiegen der SW.-Winde hervorrufen und damit den ozeanischen Einfluß stark zur Geltung bringen.

Im einzelnen zeigt der Luftdruck während des Jahres beträchtliche Schwankungen.

In Arnsberg tritt im Januar ein Maximum von 744,1 mm auf, das bereits im März einem Minimum von 740,7 mm Platz macht. Von da ab steigt die Kurve wieder bis zum Hauptmaximum von 744,5 mm im September.

Eine engere ursächliche Verknüpfung zwischen der monatlichen Luftdruckverteilung und den Windverhältnissen ist bei Arnsberg nicht festzustellen, z. T. jedenfalls infolge der Einflüsse der umgebenden Landschaft, z. T. durch die Art der Windbeobachtung (Schätzen an der Kirchturmfahne).

4. Niederschläge.

In engem Zusammenhang mit dem Vorherrschen der SW.-Winde, den Hauptregenbringern, steht die Verteilung der Niederschläge. Die westlichen Gebiete sind die regenreichsten. Im übrigen sei auf die eingehenden Darstellungen G. Hellmanns verwiesen (9 u. 10).

Betreffs der Schneeverhältnisse sei noch folgendes bemerkt:

(Die in nachstehender Tabelle wiedergegebenen Zahlen der Tage mit Schnee [$\geqq$ 0,1 mm Schmelzwasser] und mit Schneedecke sind wegen der verschiedenen Beobachtungsperioden nur ihrer ungefähren Größenordnung nach vergleichbar.)

	Seehöhe	Tage mit Schnee	Tage mit Schneedecke
Krefeld	40 m	23,8	13,9
Arnsberg	210 "	43,4	46,2
Müllenbach	410 "	55,9	62,5
Alt-Astenberg	780 "	78,6	109,5

Allgemeinstes Interesse können besonders die Schneeverhältnisse Alt-Astenbergs beanspruchen, dessen nähere Umgebung, die Hochfläche von Winterberg, sich in den letzten Jahren zu einem der bekanntesten Wintersportplätze entwickelt hat. Wie außerordentlich günstig hierfür die Verhält-

nisse liegen, zeigt die einfache Angabe: Alt-Astenberg hatte durchschnittlich 109,5 Tage mit Schneedecke im Jahr; im Dez. und Jan. 22,8, im Februar 23,2 Tage.

Wie ungemein stark jedoch die Schneeverhältnisse in den verschiedenen Wintern zu schwanken pflegen, ist aus nachstehender Zusammenstellung aus dem Zeitraum der Jahre 1893—1904 ersichtlich:

Alt-Astenberg (780 m).

1. Schneetage.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
Größte Zahl:	24	25	19	21	18	1
	1895	1898	1900 1901	1903	1902	1897 1901

Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
—	—	1	10	14	19	97
—	—	1894 1899	1895	1896	1896	1896

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
Geringste Zahl:	5	7	6	—	—	—
	1898	1896	1893	1894	1901	—

Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
—	—	—	—	1	7	64
—	—	—	1898	1895	1900	1893

2. Tage mit Schneedecke.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
Größte Zahl:	31	29	31	28	11	—
	1893 1895-7 1901	1904	1895 1901 1904	1903	1902	—

Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
—	—	—	8	16	31	152
—	—	—	1895	1896	1896	1901

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
Geringste Zahl:	1	8	8	—	—	—
	1898	1899	1894	1893 1894	—	—

Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
—	—	—	—	—	11	72
—	—	—	—	1898	1900	1899

5. Gewitterverteilung.

Zahl der Gewittertage

	1900	1901	1902	1903	1904
Krefeld	22	18	20	22	13
Arnsberg	32	26	22	34	18
Müllenbach	31	20	27	31	17
Alt-Astenberg	26	21	23	30	13

Aus dem vorliegenden Beobachtungsmaterial, aus dem vorstehende fünf Jahrgänge ausgewählt wurden, läßt sich ein Zusammenhang der Gewitterhäufigkeit mit anderen Faktoren, insbesondere der Niederschlagsmenge in dem Sinne, daß die regenreichsten Gebiete die gewitterärmsten sind (s. 17, S. 260), nicht mit Sicherheit nachweisen.

Die Zahl der Gewittertage in den einzelnen Monaten zeigt das übliche Maximum im Juni und Juli, wie es nachstehende Kurve der Gewittertage von Arnsberg veranschaulicht:

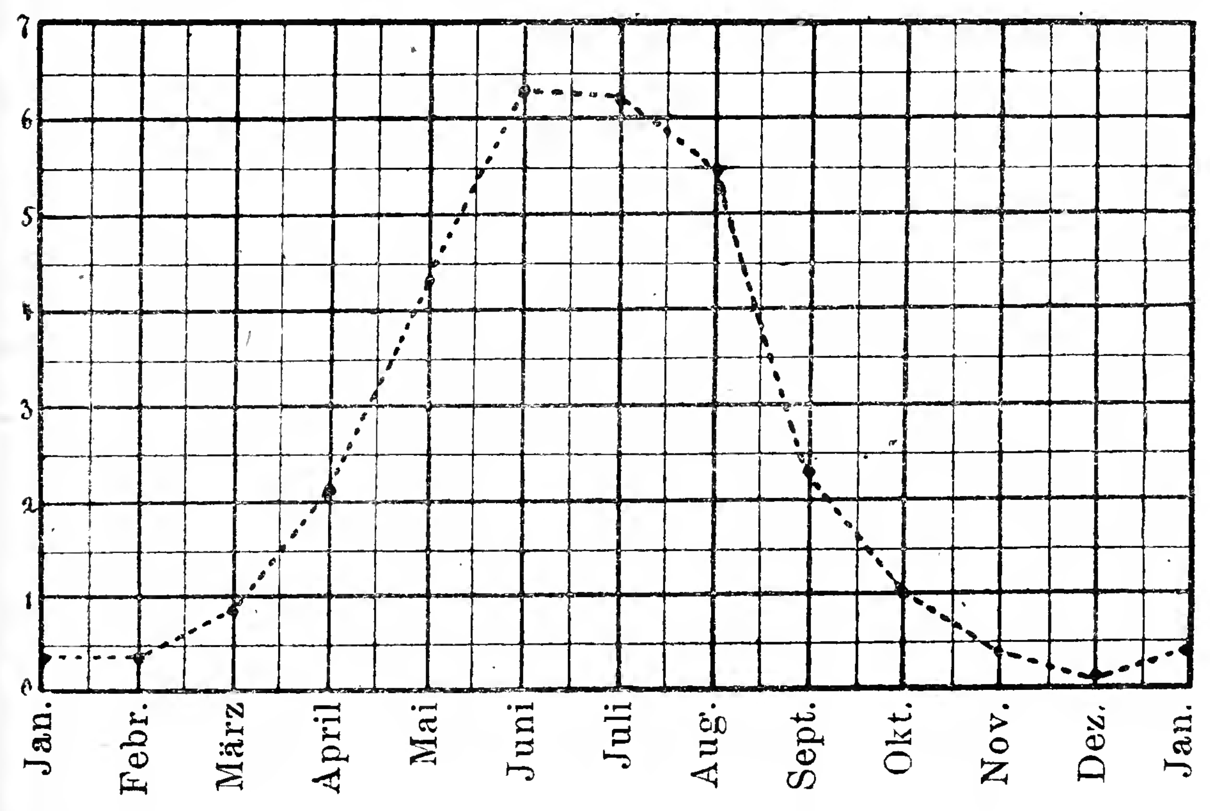


Fig. 15. Zahl der Gewittertage von Arnsberg, 1891—1910.

6. Nebeltage.

Zahl der Nebeltage

	1900	1901	1902	1903	1904
Krefeld	13	7	17	4	13[1])
Arnsberg	69	64	49	39	56
Müllenbach	117	55	71	44	60
Alt-Astenberg	160	130	163	147	162

1) Wahrscheinlich zu gering.

Die Tabelle veranschaulicht in sinnfälligster Weise eine der am wenigsten erfreulichen Eigenschaften der höheren Gebirgslagen, den ungemeinen Nebelreichtum. Dieser ist in den Frühsommermonaten am geringsten, er erreicht seinen Höchstwert im Herbst und Winter. In Alt-Astenberg herrschte in dem betr. Beobachtungszeitraum von den 31 Tagen des Dezember im Mittel an 18,7 Tagen Nebel.

7. Bewölkung.

Die Bewölkungsverhältnisse und damit die Zahl der heiteren (mittlere tägl. Bewölkung < 2) und der trüben Tage (mittlere tägl. Bewölkung > 8) lassen sich kaum vergleichend erörtern, da diese Witterungserscheinung stark Schätzungsfehlern unterworfen zu sein pflegt und bald über-, bald unterschätzt wird. Am weitaus stärksten ist die Wolkenbedeckung im Winter. Arnsberg zeigt das Minimum im April, ein kleines sekundäres Maximum im Juli. Im Herbst nimmt die Bewölkung wieder ab, um gegen den Winter stark anzusteigen.

Literatur.

1. Aßmann, J. Die Windverhältnisse in den nördlichen Vorbergen des westfälischen Schiefergebirges. Das Wetter, 23, S. 114—115. 1906.
2. — — Die Niederschlagverhältnisse im gebirgigen Teile der Provinz Westfalen. Das Wetter, 23, S. 142—133 u. 192. 1906.
3. — — Das Sauerland. Das Wetter, 23, S. 190—191. 1906.
4. Emmerich, N. Neues statistisches Handbuch des Reg.-Bez. Arnsberg. Arnsberg 1856.
5. Féaux. Die klimatischen Verhältnisse der Provinz Westfalen. Jahresbericht über das Kgl. Laurentianum zu Arnsberg 1869—70. Arnsberg 1870.
6. Hann, J. v. Handbuch der Klimatologie, III. Stuttgart 1911.
7. Häußler, E. Beziehungen der atmosphärischen Isothermen zu der Massenerhebung der mitteldeutschen Gebirgsschwelle. Diss. Halle 1909.
8. Hellmann, G. Veröffentlichungen des Kgl. Preuß. Meteorologischen Institutes. Berlin.
9. — — Regenkarten der Provinz Westfalen. 2. Aufl. Berlin 1914.
10. — — Regenkarten der Provinz Hessen-Nassau und Rheinland. 2. Aufl. Berlin 1914.
11. — — Die Niederschläge in den norddeutschen Stromgebieten. Berlin 1906.

12. Henze, A. Die Lage und die klimatischen Verhältnisse Arnsbergs. Festschr. z. Erinnerung an d. 250jähr. Jubelfeier d. Gymn. Laurentianum. Arnsberg 1893.
13. Hopfner, F. Die thermischen Anomalien auf der Erdoberfläche. Petermanns Mitteilungen. 52. Jahrgg. Gotha 1906.
14. Lücken, W. Die Niederschlagsverhältnisse d. Provinz Westfalen und ihrer Umgebung. 31. Jahresbericht des Westf. Provinzialvereins f. Wiss. u. Kunst. Münster i. Westf. 1903.
15. Meinardus, W. Skizze des Klimas von Münster. Festschrift zur 84. Vers. dtsch. Naturforscher und Ärzte. Gewidmet von der Stadt Münster. S. 83—89. Münster i. Westf. 1912.
16. Meyer, Chr. Fr. Versuch einiger Naturbeobachtungen des gebürgigten Süderlandes der Grafschaft Mark Westfalens. Düsseldorf 1798/9.
17. Polis, P. Die klimatischen Verhältnisse der Rheinprovinz, insbesondere des Venns, der Eifel und des Rheintales. Verh. d. 14. Dtsch. Geogr.-Tages zu Köln, S. 247—263. Berlin 1903.
18. Supan, A. Grundzüge der Physischen Erdkunde. 6. Aufl. Leipzig 1916.

Schlufsbemerkung.

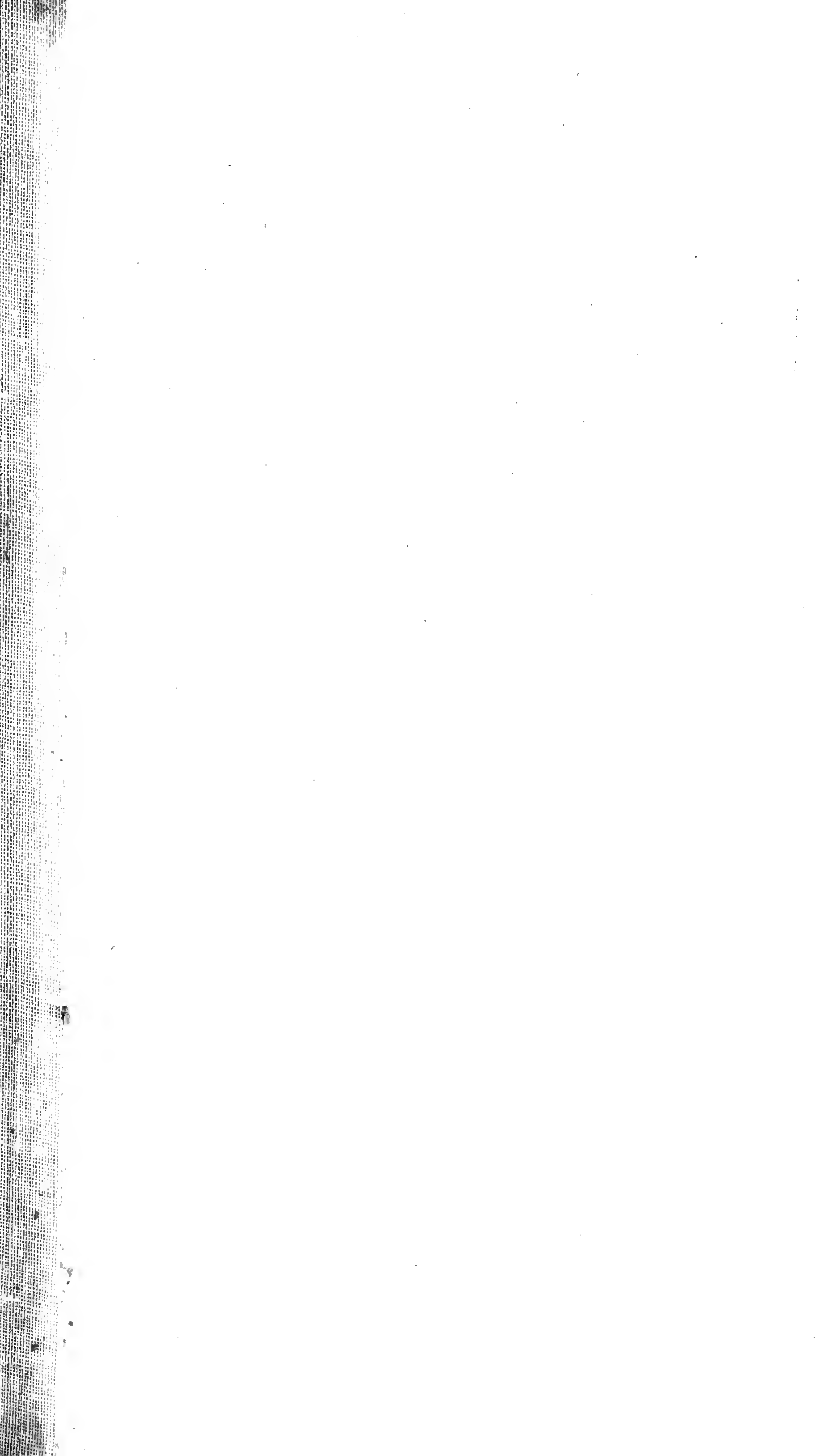
Die Berechnung der vorstehenden klimatischen Elemente des Ruhrgebietes war bereits im Sommer 1914, kurz vor Ausbruch des Weltkrieges, im wesentlichen beendet. Eine Zusammenstellung für den Druck konnte jedoch infolge militärischer Dienstleistung des Verfassers erst gegen Ende des Jahres 1917 während eines kurzen Heimaturlaubes vorgenommen werden. Durch die Verhältnisse der Zeit hat sich die Veröffentlichung noch weiterhin bis Ende 1919 verzögert.

Druckfehler und Berichtigungen

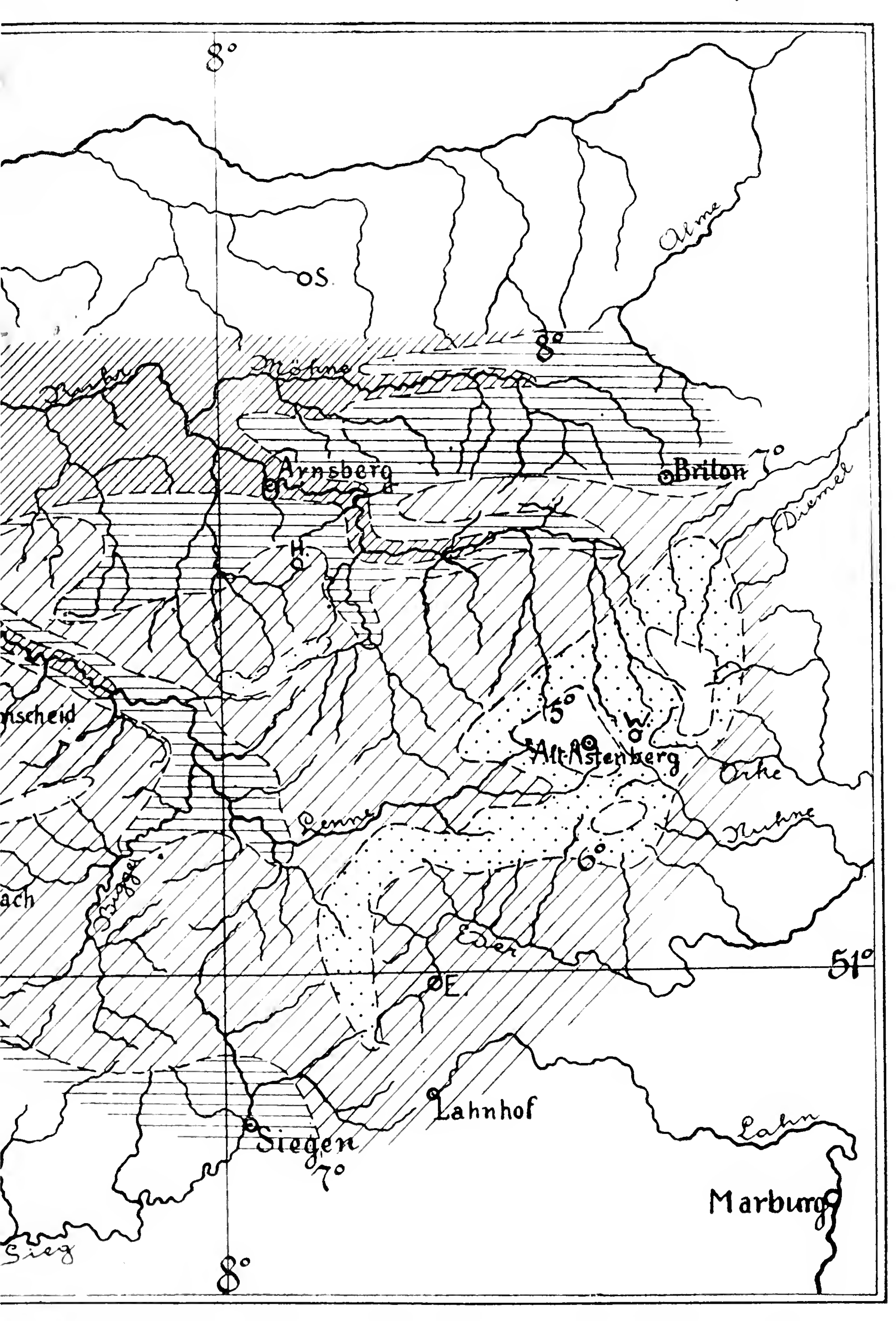
zu F. Goebel: Die Morphologie des Ruhrgebietes.

Jahrgg. 73, 1916.

S. 126 Z. 6 u. 5 v. u. lies: von SW. nach NO. ziehenden.
„ 129 Unterschr. Fig. 5 lies: Länge und Höhe in gleichem Maßstabe.
„ 133 Z. 13 v. o. lies: Schwarzenstein.
„ 149 „ 13 v. o. „ Bruchhäuser Steinen.
„ 162 „ 13 v. o. „ nordöstliche.
„ 165 „ 5 v. o. „ bilden abseits der Haupttäler durchweg Rücken.
„ 165 „ 6 v. o. „ Mergelschiefer usw. durchweg Senken.
„ 176 „ 16 v. u. „ Nuttlar bis Meschede.
„ 190 „ 10 v. u. „ Massenkalkgesteins.
„ 191 „ 12 v. u. „ Sonnenstein.
„ 209 „ 2 v. u. „ Taf. X.
„ 211 „ 14 v. o. „ 6 u. 8.
„ 212 „ 2 v. o. „ älteren Tektonik.
Taf. XI: Die oskulierende 500 m-Isohypse (ca. 25 km WSW. von Arnsberg) ist bis auf das linke Lenneufer (S. der Bezeichnung Lenne) zu führen (vgl. a. Text S. 133, Z. 21/22).
Taf. VIII—XII: Maßstab 1 : 600000.

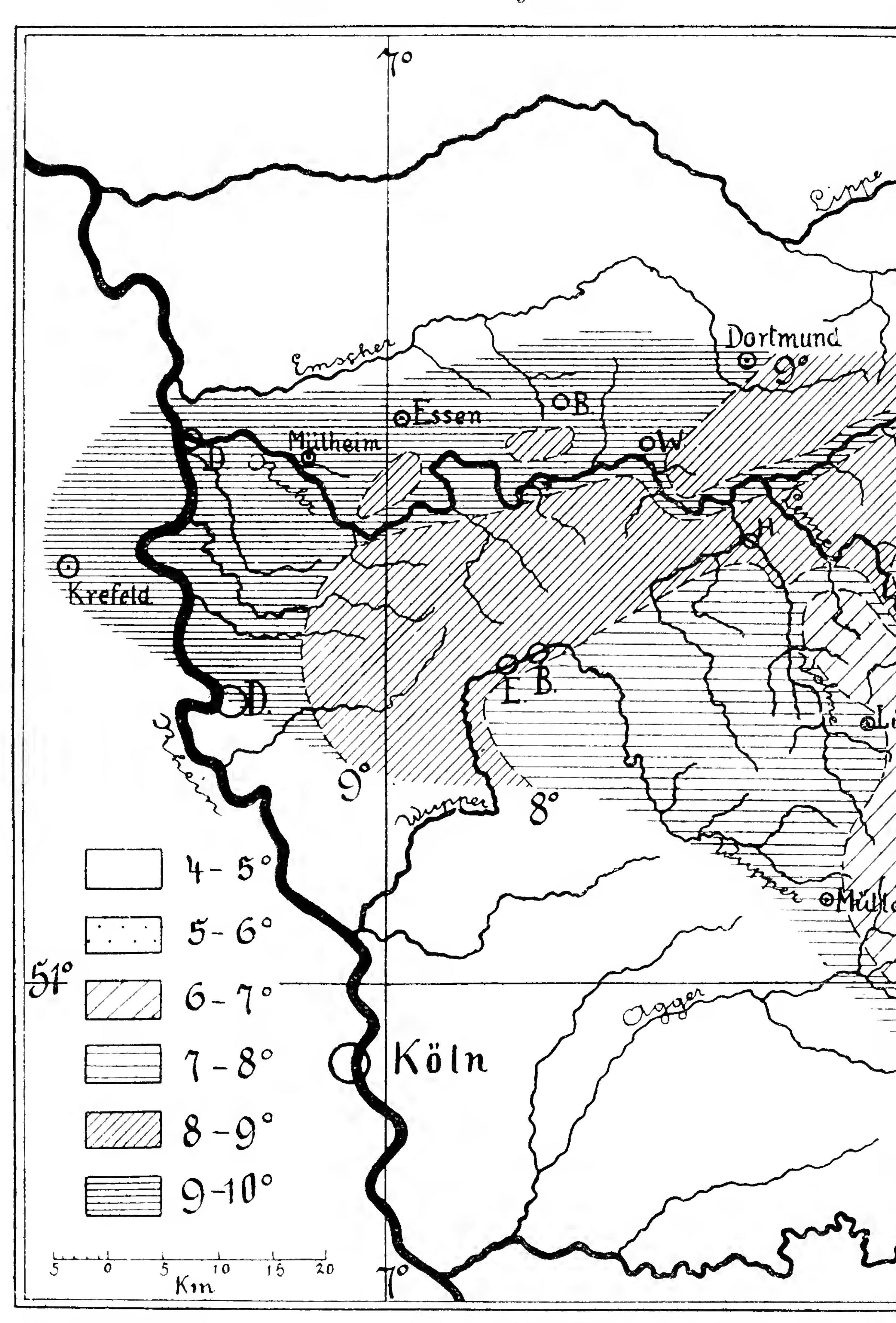


Tafel III.



hresmittel 1891 – 1910). 1 : 750 000. ⊙ Beobachtungsstationen.

Verhandl. d. Naturh. Vereins. Jahrg. 75. 1918.



F. Goebel 1917. Temperaturkarte des Ruhrgebietes (

Über die gelbe Färbung der Mundhöhle junger Vögel.

Von

W. J. Schmidt,
in Bonn.

Mit Tafel IV.

Strukturfarben und Pigmente teilen sich in die Erzeugung des Farbenkleides der Vögel. Die schillernden und die blaue Farbe des Vogelgefieders entstehen rein physikalisch, indem die feineren Bauverhältnisse der Federn zu Interferenzerscheinungen des auffallenden Lichtes Veranlassung geben (Schillerfarben), oder ein trübes Medium herstellen, das vor dunklem (durch Pigment geschaffenem) Hintergrund blau erscheint. Sieht man von dem eigenartigen kupferhaltigen rotvioletten Farbstoff in den Federn gewisser Bananenfresser (Musophagiden), dem Turacin, und seinem ebendort vorkommenden grünen Derivat, dem Turacoverdin ab, so erweisen sich die übrigen Pigmente den Lipochromen und Melaninen angehörig, zwei Gruppen von Farbstoffen, die im Tierreich außerordentlich weite Verbreitung besitzen. Die Lipochrome rufen die gelbroten Farbentöne, die Melanine die braunschwarzen hervor. Gewisse Farben, vor allem die grüne, verdanken ihre Entstehung einem Zusammenwirken von Struktur- und Pigmentfarben: Federteile, die infolge ihrer Struktur blau erscheinen würden, sind von gelb gefärbten

bloßen Auge rein gelb, eine benachbarte dagegen intensiv rot erscheint, teils in der Art, daß die oberflächlicher gelegenen Hautschichten aussschliesslich Zoonerythrin oder viel Zoonerythrin neben wenig Coriosulfurin führen, die tieferen Lagen dagegen nur coriosulfurinhaltig sind (z. B. bei *Casuarius galeatus*)." (Krukenberg 1882 S. 27). Krukenberg (1882 S. 27 Anmerkung 3) betont ausdrücklich, daß auch die rote Farbe der Hahnenkämme nicht ausschließlich von der Anfüllung derselben mit Blut herrühre — Leydig (1857, S. 82) konnte mikroskopisch kein Pigment darin finden — sondern dass bei diesen und ähnlichen Hautanhängen anderer Vogelarten durch Alkohol Zoonerythrin und Coriosulfurin ausgezogen werden könne. Im Gegensatz zu den Federn kommen nach Krukenberg (1882, S. 28) in der Haut der rote und gelbe Farbstoff nebeneinander vor, nur selten Zoonerythrin allein („Rose" des Auer- und Birkhahns) oder Coriosulfurin für sich (Tarsalhäute der Raubvögel). Auch die Hühnerfüße und die gelben Gänseschnäbel enthalten reines Coriosulfurin (gelbe Farbe der Lösung in Alkohol, Äther und dgl.); in der Haut von *Casuarius galeatus* und in den roten Läufen der Tauben findet sich Zoonerythrin mit dem Coriosulfurin vergesellschaftet (orangefarbige bis rote Farbe des Farbstoffauszugs und spektroskopisches Verhalten der Lösungen). Aus allen Vogelhäuten waren die Pigmente durch Alkohol nur teilweise, leicht und vollständig dagegen durch nachherige Behandlung mit Äther oder Chloroform zu extrahieren. Die Hilfe, welche das Mikroskop zur Unterscheidung der beiden Pigmente in den Geweben bot, war bei den Taubenfüßen gleich Null, bei der Haut von *Casuarius* insofern etwas größer, als in den obersten Schichten rein gelbe und orangefarbige Fetttropfen von kleineren, tief rot gefärbten deutlich zu unterscheiden sind (Krukenberg, 1882, S. 29).

Wie schon aus dem Vorstehenden ersichtlich, bezeichnet Krukenberg den gelben Farbstoff der Vogelhaut als Coriosulfurin zum Unterschied von dem gelben

Lipochrom der Federn, dem Zoofulvin; diese Trennung fußt auf Differenzen der Absorptionspektren der Lösungen beider Farbstoffe (1882, S. 169). Als Ausgangsmaterial für die Herstellung der Coriosulfurinlösung diente die Tarsalhaut der Gabelweihe (*Milvus regalis*). Krukenberg bezeichnet das Coriosulfurin als ein gefärbtes fettes Öl, welches bei gewöhnlicher Temperatur salbenartige Konsistenz besitzt.

Wenn ich noch im folgenden die kurzen Angaben von Leydig und seinen Schülern Souza Fontes und Hanau, ferner von Wurm und Bischoff bringe, so dürften damit wohl alle Mitteilungen über Lipochrome in der nackten Haut der Vögel erschöpft sein.

Leydig (1857, S. 97) fand an den gefärbten unbefiederten Hautstellen der Vögel sowohl dunkelkörniges Pigment, also Melanin, als auch Lipochrom und zwar in der Epidermis: „Die mannigfachen bunten Färbungen an unbefiederten Stellen bei Vögeln liegen ebenfalls in den Epidermiszellen, wir sehen z. B. dunkelkörniges Pigment in den Zellen des Rabenschnabels, gelbes und rotes, aus Fettmolekülen bestehend, in den Schnäbeln, Füßen oder um die Augen bei Enten, Gänsen, Tauben, Auerhahn. Doch zeigt sich auch hier eine gewisse Neigung des Pigmentes, sich im Stratum mucosum der Oberhaut abzuscheiden; häufig wie z. B. an der Wachshaut, an den Lidern des Thurmfalken (*Falco tinnunculus*), Schnabel der Gans, sind die obersten Lagen farblos und nur in den tieferen Schichten ist das gelbkörnige, fettartige Pigment untergebracht.“

Souza Fontes (1878, S. 12) erwähnt bei einem Vergleich der Schwimmhaut von *Ornithorhynchus* mit derjenigen der Enten von diesen: „Die gelben und schwarzen Färbungen rühren her von Pigment und Fettkörnchen, welche in den Zellen der Schleimschicht der Epidermis liegen.“

Hanau (1881, S. 19), der die Haut des Vogelfußes bei einer Anzahl von Formen untersucht, gibt an:

bloßen Auge rein gelb, eine benachbarte dagegen intensiv rot erscheint, teils in der Art, daß die oberflächlicher gelegenen Hautschichten aussschliesslich Zoonerythrin oder viel Zoonerythrin neben wenig Coriosulfurin führen, die tieferen Lagen dagegen nur coriosulfurinhaltig sind (z. B. bei *Casuarius galeatus*)." (Krukenberg 1882 S. 27). Krukenberg (1882 S. 27 Anmerkung 3) betont ausdrücklich, daß auch die rote Farbe der Hahnenkämme nicht ausschließlich von der Anfüllung derselben mit Blut herrühre — Leydig (1857, S. 82) konnte mikroskopisch kein Pigment darin finden — sondern dass bei diesen und ähnlichen Hautanhängen anderer Vogelarten durch Alkohol Zoonerythrin und Coriosulfurin ausgezogen werden könne. Im Gegensatz zu den Federn kommen nach Krukenberg (1882, S. 28) in der Haut der rote und gelbe Farbstoff nebeneinander vor, nur selten Zoonerythrin allein („Rose" des Auer- und Birkhahns) oder Coriosulfurin für sich (Tarsalhäute der Raubvögel). Auch die Hühnerfüße und die gelben Gänseschnäbel enthalten reines Coriosulfurin (gelbe Farbe der Lösung in Alkohol, Äther und dgl.); in der Haut von *Casuarius galeatus* und in den roten Läufen der Tauben findet sich Zoonerythrin mit dem Coriosulfurin vergesellschaftet (orangefarbige bis rote Farbe des Farbstoffauszugs und spektroskopisches Verhalten der Lösungen). Aus allen Vogelhäuten waren die Pigmente durch Alkohol nur teilweise, leicht und vollständig dagegen durch nachherige Behandlung mit Äther oder Chloroform zu extrahieren. Die Hilfe, welche das Mikroskop zur Unterscheidung der beiden Pigmente in den Geweben bot, war bei den Taubenfüßen gleich Null, bei der Haut von *Casuarius* insofern etwas größer, als in den obersten Schichten rein gelbe und orangefarbige Fetttropfen von kleineren, tief rot gefärbten deutlich zu unterscheiden sind (Krukenberg, 1882, S. 29).

Wie schon aus dem Vorstehenden ersichtlich, bezeichnet Krukenberg den gelben Farbstoff der Vogelhaut als Coriosulfurin zum Unterschied von dem gelben

Lipochrom der Federn, dem Zoofulvin; diese Trennung fußt auf Differenzen der Absorptionspektren der Lösungen beider Farbstoffe (1882, S. 169). Als Ausgangsmaterial für die Herstellung der Coriosulfurinlösung diente die Tarsalhaut der Gabelweihe (*Milvus regalis*). Krukenberg bezeichnet das Coriosulfurin als ein gefärbtes fettes Öl, welches bei gewöhnlicher Temperatur salbenartige Konsistenz besitzt.

Wenn ich noch im folgenden die kurzen Angaben von Leydig und seinen Schülern Souza Fontes und Hanau, ferner von Wurm und Bischoff bringe, so dürften damit wohl alle Mitteilungen über Lipochrome in der nackten Haut der Vögel erschöpft sein.

Leydig (1857, S. 97) fand an den gefärbten unbefiederten Hautstellen der Vögel sowohl dunkelkörniges Pigment, also Melanin, als auch Lipochrom und zwar in der Epidermis: „Die mannigfachen bunten Färbungen an unbefiederten Stellen bei Vögeln liegen ebenfalls in den Epidermiszellen, wir sehen z. B. dunkelkörniges Pigment in den Zellen des Rabenschnabels, gelbes und rotes, aus Fettmolekülen bestehend, in den Schnäbeln, Füßen oder um die Augen bei Enten, Gänsen, Tauben, Auerhahn. Doch zeigt sich auch hier eine gewisse Neigung des Pigmentes, sich im Stratum mucosum der Oberhaut abzuscheiden; häufig wie z. B. an der Wachshaut, an den Lidern des Thurmfalken (*Falco tinnunculus*), Schnabel der Gans, sind die obersten Lagen farblos und nur in den tieferen Schichten ist das gelbkörnige, fettartige Pigment untergebracht."

Souza Fontes (1878, S. 12) erwähnt bei einem Vergleich der Schwimmhaut von *Ornithorhynchus* mit derjenigen der Enten von diesen: „Die gelben und schwarzen Färbungen rühren her von Pigment und Fettkörnchen, welche in den Zellen der Schleimschicht der Epidermis liegen."

Hanau (1881, S. 19), der die Haut des Vogelfußes bei einer Anzahl von Formen untersucht, gibt an:

„Die Zellen des Rete Malpighii zeigen keine Besonderheiten mit Ausnahme von häufig vorkommenden Einlagerungen von gefärbtem Fett oder schwarzkörnigem Pigment“ und später (S. 22): „Leydig fand, daß in den unbefiederten Teilen des Vogels, soweit sie gefärbt sind, zwei Pigmente vorkommen können, das rotgelbe Fett und das dunkelkörnige Pigment, die beide in den tiefen Zellen des Rete liegen. Was zunächst das Fettpigment anbetrifft, so sah ich es noch weiterhin in den Fettzellen des Panniculus adiposus, wenn dasselbe dicht unter der Haut lag, deren Rete in der erwähnten Weise stark gefärbt war, z. B. auf der Dorsalseite der Taubenzehe und in der Schwimmhaut der Ente. Während das italienische Haushuhn reichlich das rotgelbe Fett im Rete führt, waren bei einem deutschen Huhne die entsprechenden Zellen mit feinen ungefärbten Fetttröpfchen versehen.“

Wurm (1871, S. 537), der das rote Lipochrom in der „Rose“ (der wulstigen nackten Haut um das Auge) des Auerhahns auffand und Tetronerythrin benannte, berichtet, daß die Epidermiszapfen (welcher Körperstelle? Rose?) des Fasans stark entwickelt und tiefrot gefärbt seien, im Gegensatz zu den kurzen, mehr orangerot getönten Papillen des Haselhahns. Bischoff, der durch Wurm Material von der Rose des Auerhahns erhielt, fand den Farbstoff im Rete Malpighii, während die oberflächlichen Schichten der Epidermis farblos waren; an Objekten, die schon in starkem Weingeist gelegen hatten, erschien der Farbstoff teils gelöst in den tieferen Zellenschichten, teils in zahlreichen Körnern vom Charakter der Zellkerne enthalten (mitgeteilt bei Wurm 1871).

Zusammenfassende Darstellungen z. B. Gadow (1891, S. 487) berücksichtigen die durch Lipochrom bedingten Hautfärbungen, gestützt auf die vorstehend angeführte Literatur, nur kurz. Histologische Abbildungen, welche die hier berührten Dinge betreffen, sind bis jetzt noch nicht veröffentlicht. —

Schon seit längerer Zeit beabsichtigte ich, die auf

Lipochromen beruhenden Färbungen der nackten Hautstellen bei Vögeln einer genaueren Untersuchung zu unterziehen, da die jetzt so vervollkommuete Herstellung von Gefrierschnitten das Studium solcher alkohollöslischer Farbstoffe, die beim Einbetten in Zelloidin und Paraffin verschwinden, ausserordentlich erleichtert. Die Kriegsverhältnisse, die der Beschaffung eines größeren Materials vor allem von Jagdvögeln ungünstig sind, nötigen mich, einstweilen davon Abstand zu nehmen, und nur einem Zufall verdankt die folgende Mitteilung ihrer Entstehung.

Eine im Hausgarten nistende Amsel (*Turdus merula*) bot mir bequem Gelegenheit, das Ausschlüpfen und Heranwachsen der Jungen zu verfolgen. Dabei fiel mir die schwefelgelbe Färbung der Mundhöhle bei den Nestlingen auf, die sich leicht beobachten ließ, da die Tierchen bei einem Geräusch in der Nähe des Nestes, das sie das Herannahen der Mutter vermuten läßt, die Köpfe emporstrecken und den Schnabel weit öffnen; auch durch Berühren des Schnabels konnten sie zum Aufsperren des Rachens bewegt werden. Ich vermutete, daß auch die gelbe Färbung der Mundhöhle, deren epitheliale Auskleidung gleich der Oberhaut vom Ektoderm stammt, durch Lipochrome bedingt sei, und eine Untersuchung von zwei Amseljungen 14 Tage nach ihrem Ausschlüpfen bestätigte diese Ansicht vollkommen.

Obwohl mir nach früheren gelegentlichen Beobachtungen an Nestjungen anderer Vögel gewiß war, daß die gelbe Färbung der Mundhöhle eine weiter verbreitete Erscheinung bei jungen Vögeln ist, konnte ich doch in der zusammenfassenden Literatur keinen Aufschluss über diese Dinge erlangen und ich bin daher Herrn Geheimrat Prof. Dr. A. König in Bonn zu großem Dank verpflichtet, daß er mir in liebenswürdiger Weise einige Aufklärung über diese Verhältnisse erteilte.

Seiner brieflichen Mitteilung entnehme ich folgendes. Die Mundhöhle ist bei sehr vielen Nesthockern gelb oder orangerot gefärbt; diese Färbung verschwindet jedoch

bald nach dem Flüggewerden bezw. wenn die jungen Vögel von den Alten nicht mehr gefüttert werden. So haben fast alle Sylviiden im weiteren Sinne, — wozu auch die Amseln und Drosseln gehören — in ihrer ersten Jugendzeit eine gelblich bis orangerot gefärbte Mundhöhle. Doch ist diese Erscheinung auch anderen Vögeln eigen, in sehr auffallender Weise dem Kukuck, dessen Mundhöhle im Jugendzustand hochorangerot getönt ist. Auch bei einigen Nestflüchtern (Hühnern und Wasservögeln) ist die Mundhöhle gelblich. Gelbe, wulstartige Mundwinkelränder haben außer den Jungen der Kegelschnäbler auch rabenartige Vögel. —

Wie gesagt, war bei den untersuchten Amseljungen die Färbung der Mundhöhle schwefelgelb; ungefärbt war nur der hinterste Teil der Zunge vornehmlich die Umgebung der Kehlspalte, welche die gewöhnliche zart rosige Fleischfarbe zeigte. In den Ösophagus hinein erstreckte sich die Färbung nicht. Dagegen ging sie von der Mundhöhle aus auf die wulstigen, weichen Außenränder des Schnabels am Mundwinkel („Schnabelwulst“ Heideckes 1897) nach außen über.

Zur histologischen Untersuchung der gelben Mundschleimhaut benutzte ich vor allem Gefrierschnitte, die mit einem Kohlensäuregefriermikrotom von Leitz hergestellt wurden. Die Konsistenz der verhornten Mundschleimhaut war so günstig, das am lebend frischen Material, also ohne jede Fixierung 15—30 μ dicke Schnitte erzielt werden konnten, die in Wasser untersucht wurden. Da sich ergab, daß der Farbstoff auch eine Fixierung mit Formol (10 %) übersteht, habe ich einen Teil des Materials in dieser Weise vorbehandelt und dann geschnitten. Ich bemerke vorausgreifend, daß das Pigment in einem ölartigen Fett gelöst ist. Darauf beruhte die Möglichkeit, die Formolschnitte mit den bekannten Fettfärbemitteln — ich gebrauchte Scharlachrot — zu färben. Das Lipochrom zeigte alsdann eine aus seiner Eigenfarbe und dem Scharlachrot resultierende Mischfarbe, die es von (in

natürlichem Zustand) ungefärbtem Fett leicht zu unterscheiden gestattete. Solche Schnitte wurden in Glyzeringelatine eingeschlossen. Andere Formolschnitte färbte ich allein oder nach der genannten Fettfärbung in verdünntem Delafieldschen Hämatoxylin zur Darstellung der Kerne. Schließlich behandelte ich kleine Stücke der gelb gefärbten Hautpartien mit Flemmingschem Gemisch. Durch seinen Gehalt an Überosmiumsäure wurde das im Objekt enthaltene Fett — lipochromhaltiges so gut wie das übrige — geschwärzt. Hiervon hergestellte Balsampräparate (Paraffineinbettung), die zumteil mit Eisenhämatoxylin gefärbt wurden, dienten zur Ergänzung der mit den übrigen Methoden gewonnenen Ergebnisse; für sich allein benutzt, leisten sie natürlich für die Erforschung der hier interessierenden Verhältnisse nichts, da lipochromhaltiges Fett nicht von gewöhnlichem im osmierten Zustand zu unterscheiden ist. Am wertvollsten von den genannten Untersuchungsmethoden ist unstreitig die erste: Beobachtung frischer Gefrierschnitte in Wasser; der Farbstoff bleibt — auch in morphologischer Hinsicht — wohl ganz unverändert, Zellgrenzen und -kern sind (durch das Gefrieren) hinreichend deutlich. Formolbehandlung läßt die einzelnen gefärbten Fetttröpfchen leichter zusammenfließen, gestattet aber, dünnere Schnitte herzustellen und zeigt den allgemeinen Aufbau des Gewebes deutlicher. Mit den genannten Färbungen habe ich nichts mehr Neues als das bei den ungefärbten Gefrierschnitten Beobachtete feststellen können und deshalb mich auch in der bildlichen Darstellung auf letztgenannte Präparate beschränkt.

Die Untersuchung ergab, daß überall, wo die Mundschleimhaut makroskopisch eine gelbe Farbe zeigt (Ober- und Unterseite der Zunge, Mundhöhlenboden und -dach und ihr Übergang auf den Schnabelwulst), in dem Epithel und nur dort ein gelber Farbstoff vorkommt. Daß es sich um ein Lipochrom handelt, ergibt sich nicht nur aus dem fast augenblicklichen Verschwinden der Farbe bei Zusatz von absolutem Alkohol oder

Äther zu den Schnitten sondern auch aus dem Umschlag der Farbe in Grün dann in Blau unter der Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure. Konzentrierte Salpetersäure dagegen zerstört den Farbstoff schnell, ohne daß eine deutliche Farbenänderung zu beobachten gewesen wäre. Diese Löslichkeits- und Farbenreaktionen reichen aus, die Lipochromnatur des gelben Farbstoffes zu erweisen; sie wird weiterhin noch dadurch gesichert, daß der Farbstoff in Fett gelöst vorliegt. Die gelbe Färbung der Mundhöhle beruht also auf der Gegenwart von Zoofulvin bezw. Coriosulfurin im Sinne von Krukenberg innerhalb des Epithels.

Der gelbe Lipochromfarbstoff im Epithel ist an kleine Fetttröpchen gebunden, die im Zellplasma liegen; der Kern bleibt stets frei von ihnen (Taf. IV, Fig. 6). Für die Fettnatur der kleinen kugeligen Gebilde, welche den Farbstoff führen, spricht ihre Lichtbrechung, ihre Löslichkeit in Alkohol und Äther — sie verschwinden bei Zusatz dieser Flüssigkeiten zugleich mit dem Farbstoff — ihre Schwärzung durch Osmiumsäure und schließlich der Umstand, daß mit Scharlachrot behandelte Schnitte den Farbstoff orangefarbig statt gelb zeigen. Offenbar ist eine Mischfarbe entstanden, indem das Fett nun außer dem Lipochrom eine gewisse Menge Scharlachrot gelöst enthält. Es ist bemerkenswert, daß die lipochromfreien Fettmassen des Bindegewebes bei dieser Behandlung stark rote Färbung annehmen, die Fetttröpfchen des Epithels dagegen augenscheinlich viel weniger Scharlach zu speichern vermögen, wobei zum Vergleich natürlich gleich große Fetttropfen herangezogen werden müssen. Ob man daraus auf eine Verschiedenheit des Fettes im Epithel von dem im Bindegewebe schließen darf, ist mir zweifelhaft; vielleicht genügt schon die Einlagerung des Fettes in so abweichende Zellformen zur Erklärung der verschieden starken Speicherung von Scharlachrot; und es bleibt ja auch zu berücksichtigen, daß das Fett des Epithels durch seinen Gehalt an Lipo-

chrom einen Teil seiner Aufnahmefähigkeit für fettlösliche Farbstoffe schon verloren hat.

Die Verteilung des Farbstoffes im Epithel ist an den einzelnen Stellen der Mundhöhle recht wechselnd, geht aber Hand in Hand mit der Beschaffenheit des Epithels, das in den verschiedenen Gegenden beträchtliche Unterschiede seines Aufbaues zeigt.

Beginnen wir mit der Oberseite der Zunge (Fig. 1). Hier erreicht das Epithel seine größte Dicke in der Mundhöhle und stellt eine aus zahlreichen Lagen bestehende Schicht dar, die im Schnitte nach außen hin geradlinig aufhört, während ihre untere Grenze durch das Eindringen kleiner, etwas unregelmäßiger Bindegewebepapillen gewellten Verlauf zeigt. Den Abschluß gegen das Bindegewebe hin bildet eine Reihe basaler Zylinderzellen mit ellipsoidalen Kernen, deren größte Achse senkreicht zum Unterrand des Epithels gestellt ist (Fig. 5). Dann folgen zahlreiche Lagen polyedrischer Zellen, in deren untersten an den ungefärbten Gefrierschnitten die einzelnen Elemente nicht leicht von einander zu sondern sind. Erst etwa im letzten Viertel der Gesamtdicke des Epithels setzt die Verhornung ein, begleitet von einer nach außen ständig zunehmenden Abflachung der Zellen. Doch erreicht sie keinen besonders hohen Grad, vielmehr lassen sich fast bis zu der äußersten Lage leicht abschilfernder Zellschüppchen die Kerne nachweisen.

Der Farbstoff findet sich im Plasma der Zellen sämtlicher Schichten des Epithels der Zungenoberseite abgelagert; höchstens die alleräußersten verhornten Lagen entbehren ihn. Doch sieht man auf den ersten Blick, daß vor allem die basale Zylinderzellenlage außerordentlich lipochromreich ist, und daß ferner nach außen hin der Lipochromgehalt der Zellen ständig abnimmt, sodaß die verhornten Lagen den Farbstoff nur spurenweise führen (Fig. 1). Der Ton der Farbe bleibt in allen Schichten des Epithels derselbe.

Die basale Zylinderzellenlage kennzeichnet

sich schon bei schwachen Vergrößerungen als eine intensiv gelb gefärbte Zone, die den Unterrand des Epithels einsäumt. Bei starken erscheinen ihre Zellen vollgepfropft von lebhaft gelb gefärbten Fetttropfen, die alle Übergänge von winzigsten Gebilden bis zu großen kugeligen Massen etwa von einem Drittel des Längendurchmessers des Kernes besitzen (Fig. 5). Die Farbstoffmassen lassen den oberen Teil der Zellen gewöhnlich frei, indem sie meist nur wenig über den Oberrand des Kernes hinausgehen. Der Kern ist demnach allseits von den gefärbten Fetttropfen umlagert, sodaß es hier nicht leicht hält, mit aller Sicherheit ein Vorkommen des Farbstoffes im Kernraum auszuschließen. Doch ergibt sich das an den oberen Zelllagen (und auch an den untersten anderer Stellen) unzweifelhaft.

Ziemlich unvermittelt nimmt der Lipochromgehalt in den auf die basale Schicht folgenden polyedrischen Zellen ab (Fig. 1). In jeder Zelle erscheint eine rundliche Ansammlung kleinerer und größerer, gelb gefärbter Fetttröpfchen, die den Kern umhüllt und oft an seiner unteren (dem Bindegewebe zugekehrten) Seite ihre stärkste Entwicklung erreicht (Fig. 6). Die Peripherie der mächtigen, polyedrischen Zellen bleibt frei von den Einlagerungen. Bei hinreichender Vergrößerung sind auch die Zellbrücken am frischen Gefrierschnitt deutlich zu sehen (Fig. 6).

In den verhornten Zelllagen erscheint der Farbstoff nur mehr spurenweise (Fig. 1), auch hier dem Kern dicht angelagert, aber entsprechend der Form der Zellen in strichförmigen Anhäufungen, die mitsamt dem Kern den inneren unverhornten Anteil der Zelle einnehmen (Fig. 7).

Das Epithel der Zungenunterseite (Fig. 2) zeigt wesentlich andere Bauverhältnisse. Nicht nur ist seine Dicke weniger als halb so groß wie auf der Oberseite, sondern es ist vor allem durch die Ausbildung einer starken, gut von den darunter gelegenen Schichten abgesetzten Hornlage ausgezeichnet. Der Unterrand des

Epithels ist annähernd glatt, da Papillenbildungen des Bindegewebes fehlen. An die basale Zylinderzellenschicht schließen sich noch 3—4 Zelllagen mit rundlichen bezw. zur Fläche der Haut leicht abgeplatteten Kernen an, die mit jener zusammen das Stratum Malpighii ausmachen. Dann setzt die Verhornung ein, die unter steigender Abplattung der Zellen schließlich eine mächtige, infolge der starken Abflachung der Elemente fein gestreift erscheinende Hornschicht liefert. Hier und da bleiben im Stratum corneum Andeutungen der Kerne kenntlich.

Auf der Unterseite der Zunge beschränkt sich das Vorkommen des Farbstoffes einzig auf das Stratum germinativum und selbst hier ist er unvergleichlich spärlicher als auf der Oberseite: in der Schicht der basalen Zylinderzellen treten in jedem Element nur einige größere gelb gefärbte Fetttröpfchen auf (vornehmlich im basalen Teil der Zelle), und in den darüber folgenden Lagen der Malpighischen Schicht enthalten nur mehr vereinzelte Zellen den Farbstoff in geringer Menge. Sobald die Verhornung einsetzt, ist nichts mehr von Lipochrom zu erblicken (Fig. 2).

Wieder ein anderes Bild gewährt die Haut des Mundhöhlenbodens seitlich von der Zunge (Fig. 3). Obwohl ihr Epithel wenn auch von geringerer Dicke so doch einen ähnlichen Aufbau besitzt wie das der Zungenoberfläche — zahlreiche Zelllagen, allmählich nach außen fortschreitende, aber noch in den obersten Schichten mäßige Verhornung — ist die Anordnung des Farbstoffes wesentlich anders. Die dort zu beobachtende Bevorzugung der basalen Epithelzellen fehlt, vielmehr zeigen die gesamten Zellen der Keimschicht eine derartige Anhäufung des lipochromführenden Fettes, daß ihre Grenzen und Kerne vollkommen verdeckt werden (Fig. 3). Mit dem Beginn der Verhornung nimmt zwar die Masse des Farbstoffes sprungweise ab, aber er erhält sich, wenn auch immer spärlicher werdend, ganz deutlich bis in die äußersten Lagen hinein, sodaß mit Rücksicht auf die geringe

Stärke des Epithels, diese Stellen als die farbstoffreichsten gelten müssen.

Schließlich sei noch das Verhalten des Farbstoffs im Schnabelwulst also in den Übergangsstellen des Mundhöhlenepithels zur Epidermis der Körperoberfläche besprochen. Das Epithel unterscheidet sich von den bis jetzt erwähnten Stellen durch die Ausbildung einer Keratohyalinschicht, die als mächtige Zone zwischen Keimschicht und Hornlage eingeschaltet ist (Fig. 4). Ihre im Schnitt spindelförmigen Zellen sind erfüllt von groben, stark lichtbrechenden Körnern. Auch die Hornschicht weist noch eine feine Körnung auf. Der Farbstoff findet sich vornehmlich in den unteren Lagen der Malpighischen Schicht; diese sind über und über erfüllt mit ziemlich großen gelben Fetttröpfchen von annähernd gleicher Größe, welche den ganzen Zellleib einnehmen, die Kerne dagegen deutlich frei lassen (Fig. 8). In den oberen Lagen der Keimschicht nimmt der Gehalt an Farbstoff bezw. Fett rasch ab. Die Keratohyalinschicht weist nur in einzelnen Zellen neben den für sie kennzeichnenden Granula spärliche gelbe Fetttröpfchen auf.

Fassen wir unsere Befunde über die gelbe Färbung der Mundhöhle junger Amseln zusammen, so können wir sagen: Die Farbe wird durch ein Lipochrom bedingt, das, in Fetttropfen gelöst, im Plasma der Epithelzellen vorkommt. Im Bindegewebe (Fettzellen) unterhalb dieses Epithels konnte nie Lipochrom festgestellt werden. Hinsichtlich der Verteilung des Farbstoffes auf die einzelnen Schichten des Epithels bestehen weitgehende Unterschiede nach den einzelnen Stellen der Mundhöhle, die aber von entsprechenden Veränderungen des Epithels begleitet und wahrscheinlich durch sie bedingt werden. Der Farbstoff kann in sämtlichen Zellen des Epithels erscheinen, er kann aber auch nur auf das Stratum Malpighii beschränkt sein. Eine stärkere Anhäufung des Lipochroms in der Malpighischen Schicht ist auch dann unverkennbar, wenn alle Lagen des Epithels den Farbstoff

enthalten. Besonders stark kann die Ansammlung gefärbter Fetttröpfchen in den unteren Abschnitten des Rete Malpighii, gegebenenfalls nur in den basalen Zylinderzellen sein. Stark verhornte Zellagen besitzen keinen Farbstoff. Wenn auch die Fetttröpfchen (in den oberen Lagen des Epithels) vielfach den Kern umlagern, so erlauben diese räumlichen Beziehungen doch nicht auf einen Ursprung des Fettes oder des Farbstoffes aus dem Kern oder überhaupt auf engere Beziehungen zwischen Fett und Farbstoff einerseits und Kern andererseits zu schließen.

Unsere Befunde über die gelbe Färbung der Mundhöhle zeigen in der Beschränkung des Farbstoffes auf das Epithel und darin, daß das Stratum Malpighii eine bevorzugte Lagerstätte des Lipochroms darstellt, eine unverkennbare Übereinstimmung mit den angeführten Beobachtungen von Leydig, Souza Fontes, Hanau Wurm-Bischoff und Krukenberg, die sich auf die gelben und roten Färbungen der äußeren Haut beziehen. Daß im Gegensatz zur Epidermis der Farbstoff im Epithel der Mundhöhle auch in den äußersten Schichten vorkommen kann, hängt allem Anschein nach mit der geringen Verhornung der betreffenden Stellen der Mundschleimhaut zusammen. —

Weiter ausgedehnten Untersuchungen muß die Feststellung vorbehalten bleiben, ob die gelbe, nach einiger Zeit wieder verschwindende Färbung der Mundhöhle junger Vögel (s. o.) mit der Resorption des Dotters im Darm zusammenhängt. Bekanntlich enthält der Dotter der Vögel wie derjenige zahlreicher anderer Tiere ebenfalls Lipochrom (Vitellolipochrom im Hühnereidotter), und es ist sogar sehr wahrscheinlich, daß der gelbe Dotterfarbstoff (Ontochrin Kühnes) mit dem gelben Farbstoff der Fußbekleidung der Vögel und der Federn identisch ist (vgl. Gadow 1891, S. 581). Unter solchen Umständen wäre es wohl denkbar, daß der resorbierte Farbstoff (bezw. seine Spaltungsprodukte), ins Blut gelangt, an bestimmten Stellen wieder zur Abscheidung kommt. Warum allerdings gerade die Mundschleim-

haut eine derartig bevorzugte Stelle ist, bleibt einstweilen unklar. Man möchte sogar die Auffassung, daß der Farbstoff im Epithel nicht nur abgelagert sondern auch gebildet wird, der eben geäußerten Meinung vorziehen im Hinblick darauf, daß das Fett im Bindegewebe der Mundschleimhaut das Lipochrom nicht speichert. Immerhin ist das zeitliche Zusammenfallen der Dotterresorption mit dem Auftreten der gelben Färbung in der Mundhöhle bei der gleichen Natur des Farbstoffes an beiden Stellen auffallend genug, um nicht die Möglichkeit eines Zusammenhanges zu erwägen. Auch ist es eigentümlich, daß der sonst braune Schnabel der weiblichen Amsel nur im Frühjahr gelb erscheint (Schmeil 1916, S. 213), also zur gleichen Zeit, in der das Wachstum der Eier sich vollzieht. Daß natürlich die Lipochrome der Vögel in der Haut nicht stets aus dem Eidotterlipochrom hervorgehen oder mit seiner Bildung zusammenhängen müssen, zeigt schon das Verhalten des Amselmännchens, das bekanntlich stets einen gelben Schnabel hat — ganz abgesehen von den zahlreichen anderen Fällen von Lipochromfärbungen bei männlichen Vögeln. —

Chun (1904, S. 64) hat sich (gelegentlich der Untersuchung der sog. Leuchtorgane australischer Prachtfinken) gestützt auf ein reichhaltiges Material von Nestjungen dahin geäußert, die helle Farbe der Schnabelwülste und ihre ansehnliche Entfaltung seien Leitmale für die atzenden Eltern. Dazu komme dann noch ihre von Heidecke (1897) festgestellte reiche Versorgung mit Tastkörperchen, durch deren Berührung wahrscheinlich reflektorisch ein Öffnen des Schnabels ausgelöst werde. Bei den Prachtfinken finden sich noch jederseits auf dem hochgelben Schnabelwulst je zwei himmelblaue Schnabelpapillen, die vermeintlichen Leuchtorgane früherer Autoren. Man könnte an eine ähnliche biologische Bedeutung der gelben Färbung der Mundhöhle bei den Nestjungen denken, wie dann Chun von den Prachtfinken erwähnt, das Erkennen der Mundöffnung werde durch die

auffällig schwarzen Flecken oder leierförmigen Zeichnungen begünstigt, welche am Gaumendach und im Rachengrund der Prachtfinken auftreten. (Eine gelbe Färbung wäre entschieden vorteilhafter, da Gelb einen hohen Helligkeitswert besitzt). Von wesentlichem Wert könnte eine derartige Einrichtung nur bei den Jungen solcher Vögel sein, die in verborgenen, dunklen Nestern leben. Da aber wie eingangs erwähnt, die gelbe Färbung von Schnabelwulst bezw. Mundhöhle eine sehr weit verbreitete Erscheinung ist, insbesondere auch Nestflüchtern zukommt, so gilt von dieser biologischen Erklärung wie von vielen anderen, dass sie zutreffend sein kann, ihre Richtigkeit aber schwer zu erweisen ist.

Zum Schluss überschauen wir einmal das Vorkommen von Lipochromen in der Haut der Wirbeltiere. Eine Färbung nackter Hautstellen durch Lipochrome bei Säugern ist mir nicht sicher bekannt, obwohl dieser Gruppe keineswegs Lipochrome überhaupt fehlen (z. B. der gelbe Farbstoff im Corpus luteum des Eierstocks ist eines der best bekannten Lipochrome). Hinsichtlich der Lipochrome bei Vögeln sei nochmals betont, daß sie ganz überwiegend ihren Sitz im Epithel und zwar als gefärbte Fetttröpfchen in den gewöhnlichen Epithelzellen haben. Ganz anders dagegen verhält es sich bei den niederen Wirbeltieren: bei Reptilien, Amphibien und Fischen erscheinen die Lipochrome der Haut in besonderen Zellen der Cutis (Lipophoren der Reptilien, Lipophoren oder Xanthophoren der Amphibien, Gelb- [Xanthophoren] und Rotzellen [Erythrophoren] der Knochenfische). Ganz ausnahmsweise können auch hier Lipochromfarbstoffe in der Epidermis auftreten, aber nicht als Einlagerungen in gewöhnlichen Epithelzellen sondern in besonderen Chromatophoren, so beim erwachsenen Feuersalamander (W. J. Schmidt, 1918). Wenn es auch bei den niederen Wirbeltieren die Regel ist, daß das Lipochrom in Fett gelöst vorliegt, so kommen doch manche Abweichungen von ihr vor; so können neben fettgelösten Lipochrom-

massen Kristalle des Farbstoffes auftreten (bei Eidechsen, W. J. Schmidt 1917); auch erscheint der Farbstoff in einer alkoholunlöslichen, anscheinend fettfreien, körnigen, doppelbrechenden Modifikation wie bei den Larven und Erwachsenen von *Salamandra maculosa.* Wenn somit die Verbreitung der Lipochrome außerordentlich weit ist — fehlen sie doch kaum einer größeren Tiergruppe — so zeigt ihre Lokalisation schon bei einer Betrachtung ihres Vorkommens in der Wirbeltierhaut große und tiefgreifende Unterschiede.

Literaturverzeichnis.

Biedermann, W. 1904. Die Schillerfarben der Insekten und Vögel, in: Festschr. f. Haeckels 70. Geburtstag. Jena.

Chun, C. 1904. Über die sog. Leuchtorgane australischer Prachtfinken, in: Zool. Anz. Bd. 27, S. 61—64.

Gadow, H. 1891. Vögel I. Anat. Teil, in: Bronns Kl. u. Ord. des Tierreichs Bd. VI, 4. Abt.

Gortner, R. A. 1912. On two different types of melanin. Proc. Soc. Exp. Biol. vol. 9. Zitiert nach Haecker 1918.

Haecker, V. 1890. Über die Farbe der Vogelfedern, in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. 35, S. 68—87. Taf. 4.

— u. Meyer, G. 1902. Die blaue Farbe der Vogelfedern, in: Zool. Jahrb. Bd. 15. Syst. S. 267—294. Taf. 14.

— 1918. Entwicklungsgeschichtliche Eigenschaftsanalyse (Phänogenetik) Jena.

Heidecke, E. 1897. Über die Schnabelwulst des jugendlichen Sperlings. Leipzig. Phil. Diss. mit 1 Tafel.

Kniesche, G. 1914. Über die Farben der Vogelfedern. I. Grünfärbung auf Grundlage der Blaustruktur, in: Zool. Jahrb. Bd. 38. Anat. S. 327—356, Taf. 18—21.

Krukenberg, C. Fr. W. 1881. Die Farbstoffe der Federn. Erste Mitteilung, in: Vergl. physiol. Studien des Autors. I. Reihe, 5. Abt. S. 72—99 Taf. III Heidelberg.

— 1882. Desgl. Zweite Mitteilung. Ebendort, II. Reihe. 1. Abt. S. 151—171 und Dritte Mitteilung, ebendort II. Reihe, 2. Abt. S. 1—42.

Samuely, F. 1911. Melanine und übrige Farbstoffe der Tier-

welt, in: Biochem. Handlexikon, herausg. von E. Abderhalden. Bd. VI. S. 293—378. Berlin.

Schmeil, O. 1916. Lehrbuch der Zoologie. Leipzig.

Schmidt, W. J. 1917. Die Chromatophoren der Reptilienhaut, in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. 90. Abt. I. S. 98—259. Taf. 5—9.

— 1918. Zur Kenntnis der lipochromführenden Zellen in der Haut nach Untersuchungen an *Salamandra maculosa* in: Dermatol. Zeitschr. Bd. 25, S. 324—328.

Spöttel, W. 1914. Über die Farben der Vogelfedern. II. Die Färbung der *Columba livia* nebst Beobachtungen über die mechanischen Bauverhältnisse der Vogelfedern in: Zool. Jahrb. Bd. 38. Anat. S. 357—425 Taf. 22.

Strong, R. M. 1902. The development of color in the definitive feather, in: Bull. Mus. Comp. Zool. Harv. Coll. Cambridge, vol. 40 p. 147—186. tab. 1—9.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IV.

Alle Abbildungen beziehen sich auf die gelbe Lipochromfärbung der Mundhöhle von Nestjungen der Amsel (*Turdus merula*) und sind nach Gefrierschnitten des frischen oder formolbehandelten (nicht künstlich gefärbten) Materials unter Benutzung des Abbéschen Zeichenapparates hergestellt worden. Die im Präparat gelben Farbstoffmassen erscheinen in den Abbildungen dunkel.

Fig. 1. Epithel von der Oberseite der Zunge (vorderer, nicht angewachsener Teil). Durch Lipochrom gelb gefärbte Fetttröpfchen in allen Schichten des Epithels, besonders gehäuft in der Lage der basalen Zylinderzellen, nach außen abnehmend, in den Zellen der Hornschicht nur mehr sehr spärlich. Frischer Gefrierschnitt. Vergr. 250 : 1 (Zeiss' Apochromat 4 mm und Komp. Okular 4, Entfernung der Zeichenfläche von der Austrittspupille des Mikroskops = 250 mm).

Fig. 2. Epithel von der Unterseite der Zunge (vorderer Teil). Gelb gefärbte Fetttröpfchen in den basalen Zylinderzellen, spärlich auch noch in den höheren Lagen des Stratum Malpighii. In Bildung begriffenes und fertiges Horn ohne Farbstoffeinlagerungen. Frischer Gefrierschnitt. Vergr. 250 : 1.

Fig. 3. Epithel des Mundbodens seitlich von der Zunge. Gelb gefärbte Fetttröpfchen in allen Schichten, besonders starke Anhäufung in sämtlichen Zellagen des Stratum Malpighii. Frischer Gefrierschnitt. Vergr. 250 : 1.

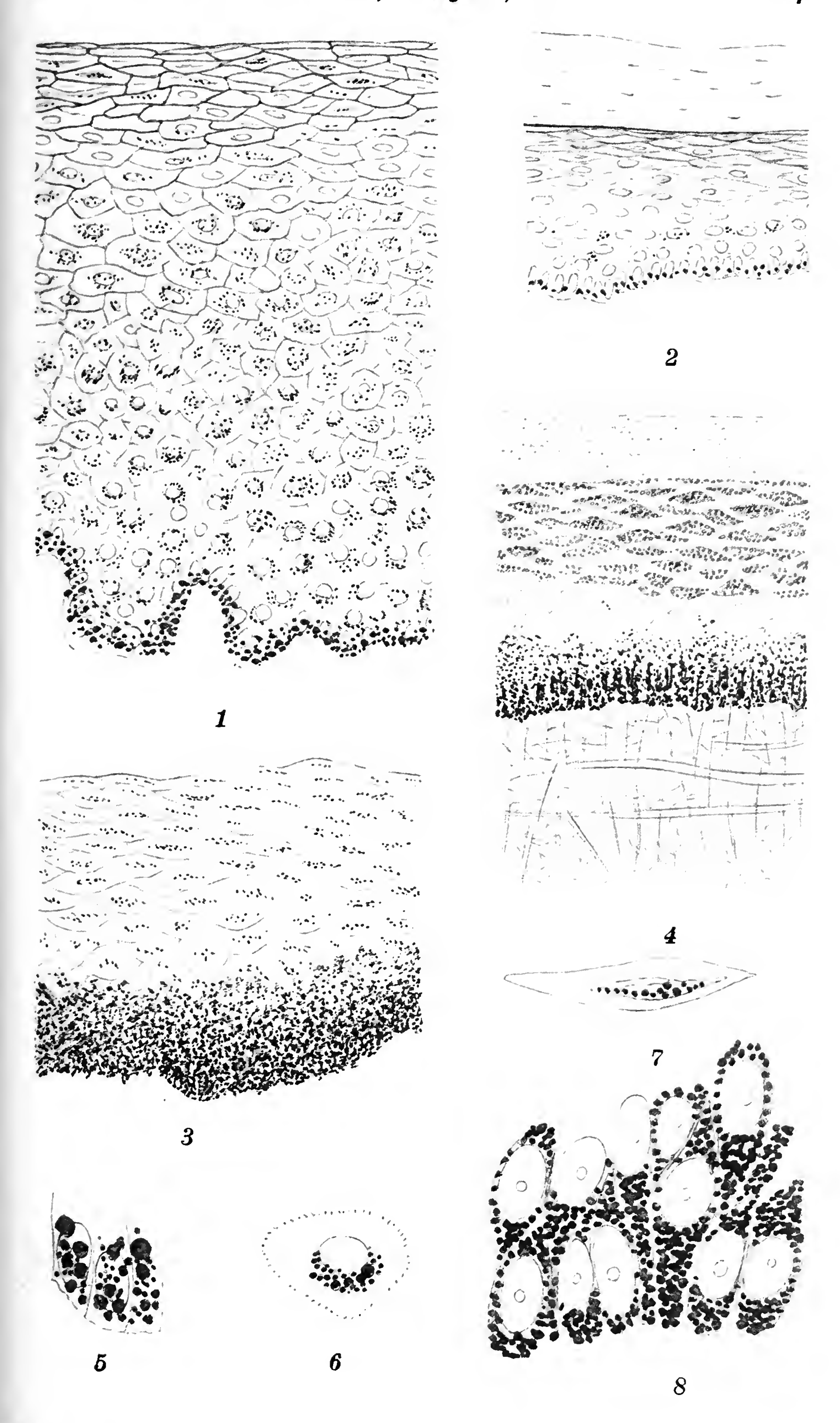
Fig. 4. Epithel und anstoßendes Bindegewebe vom Schnabelwulst des Unterkiefers. Gelb gefärbte Fetttröpfchen in den unteren Schichten des Stratum Malpighii reichlich, in den oberen spärlich, vereinzelt in Zellen des Stratum granulosum (Keratohyalinschicht). Frischer Gefrierschnitt. Vergr. 250 : 1.

Fig. 5. Drei Zellen aus der Basalschicht des Epithels von der Zungenoberseite. Große und kleine, gelbgefärbte Fetttröpfchen, die gewöhnlich das distale Zellende frei lassen. Frischer Gefrierschnitt. Vergr. 1000 : 1. (Zeiss' Apochromat 2 mm N. A. 1, 3 und Komp. Okular 8, Entfernung der Zeichenfläche von der Austrittspupille des Mikroskops = 250 mm).

Fig. 6. Zelle aus der mittleren Zone des Epithels der Zungenoberseite. Gelb gefärbte Fetttröpfchen verschiedener Größe um den Kern, vornehmlich an seiner unteren Seite angehäuft. Frischer Gefrierschnitt. Vergr. 1000 : 1.

Fig. 7. Hornzelle aus dem Epithel der Zungenoberseite. Gelb gefärbte Fetttröpfchen um den zusammengedrückten Kern im unverhornten Binnenraum der Zelle. Frischer Gefrierschnitt. Vergr. 1000 : 1.

Fig. 8. Zellgruppen aus den unteren Schichten des Stratum Malpighii vom Schnabelwulst des Oberkiefers. Die Zellen sind dicht erfüllt mit ziemlich groben, wesentlich gleich großen, gelb gefärbten Fetttröpfchen; Kern deutlich frei von Fett- bezw. Farbstoffeinlagerungen. Formolgefrierschnitt. Vergr. 1000 : 1.



Gez. v. W. J. Schmidt.

J. B. Obernetter, München, reprod.

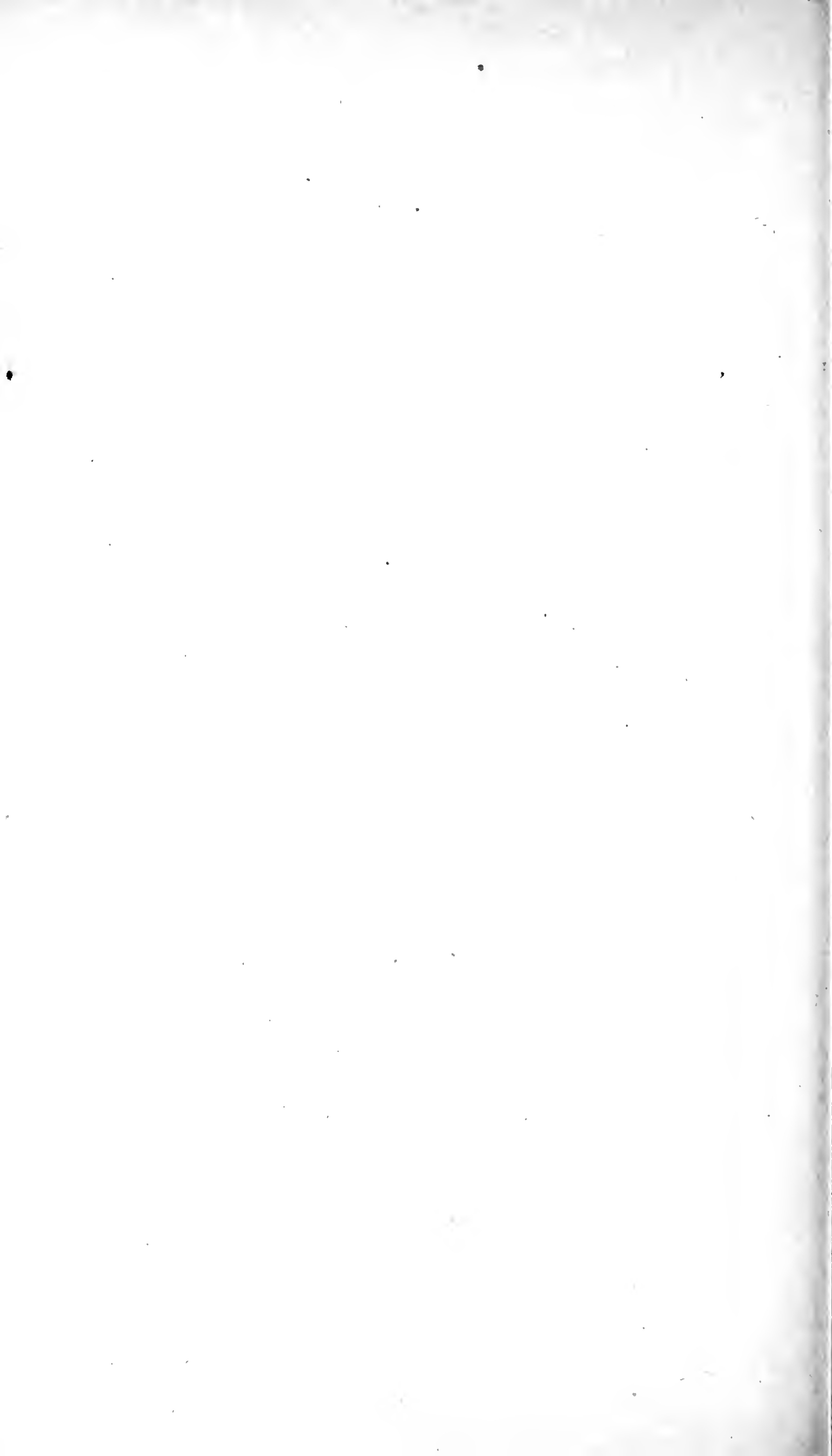


Autoren- und Sachregister

zu den Verhandlungen.

1918.

Der Jahrgang 1918 der Sitzungsberichte, Abteilung A—D fällt aus.



Autorenregister.

Brauns, R. Ein bei Forsbach, Bez. Cöln, gefallener Meteorstein **Verh.** 129

Goebel, Fritz. Klimatabellen des Ruhrgebietes 145

Schmidt, W. J. Über die gelbe Färbung der Mundhöhle junger Vögel 169

Winterfeld, Franz. Der aufrechte Gang des Menschen 1

Sachregister.

Klimatabellen d. Ruhrgebietes . . . . **Verh.** 145

Krefeld, Klima 155

Mensch, aufrechter Gang 1
- Atlas des Menschen . 91
- Becken 75
- Brustkorb 88
- Fuß 21
- Gehirn 92
- Kniescheibe 74
- Kreuzbein 81
- Oberschenkel . . . 59
- Schädel 92
- Unterschenkel . . . 47
- Wirbelsäule 83

Meteorstein von Bitburg, Bez. Trier 133

Meteorstein v. Forsbach, Bez. Köln 129

Ruhrgebiet, Klimatabellen 145
- Alt-Astenberg . . . 146
- Arnsberg 148
- Brilon 153
- Müllenbach, Kr. Gummersbach 157

Vögel, gelbe Färbung d. Mundhöhle junger V. 169
- Amsel 175
- Andere Vögel . . . 176

Wirbeltiere, Vorkommen von Lipochromen in der Haut 185

Verhandlungen

des

Naturhistorischen Vereins

der

preufsischen Rheinlande und Westfalens.

Sechsundsiebenzigster Jahrgang, 1919.

Mit Tafel I–III und 12 Textfiguren.

Bonn 1920.

Für die in dieser Vereinsschrift veröffentlichten Mitteilungen sind die betreffenden Autoren allein verantwortlich.

Inhalt.

Geographie, Mineralogie, Geologie und Paläontologie.

Seite

Döring, A. Über Newberria und verwandte Formen im rheinischen Mitteldevon. Mit Tafel I und 7 Textfiguren 1

Goebel, Fritz. Die Antezedenz des Lennehaupttales. Mit Tafel II 25

Hoepfner, Anna. Petrographisch-chemische Untersuchungen an Gesteinen von der Perlenhardt im Siebengebirge. Mit 2 Textfiguren 82

Vogel, Heinr. Betrachtungen über den Aufbau des Rheinischen Schiefergebirges unter besonderer Berücksichtigung eines den Hunsrück und den Westerwald spießwinkelig querenden Gebirgsstreifens sowie der darin auftretenden Erzlagerstätten. Mit Tafel III 31

Zoologie.

Wefelscheid, H. Zur Ökologie der aquatilen Rhynchoten. Mit 3 Textfiguren 77

Angelegenheiten des Naturhistorischen Vereins.

Seite

Voigt, Walter. Der Naturhistorische Verein im dritten Vierteljahrhundert seines Bestehens I

Bericht über die Lage und Tätigkeit des Vereins. . XI

Kassenbericht für das Jahr 1918 XI



Der Naturhistorische Verein im dritten Vierteljahrhundert seines Bestehens.

Von

Dr. Walter Voigt, Schriftführer.

Beim fünfzigjährigen Stiftungsfeste im Jahre 1893 schloß der Rückblick meines Vorgängers Professor Bertkau auf das zweite Vierteljahrhundert mit der etwas bedrückenden Mitteilung, daß seit Anfang der siebenziger Jahre die Mitgliederzahl ununterbrochen zurückgegangen sei. Meinen Rückblick auf das dritte Vierteljahrhundert kann ich mit der erfreulichen Feststellung beginnen, daß seine damals ausgesprochene Hoffnung auf eine bessere Zukunft sich erfüllt hat. Zwar hat die Mitgliederzahl zunächst noch weiter abgenommen bis sie im Jahre 1904 mit 420 ihren niedrigsten Stand erreichte, aber dank einer Reihe vom Vorstand vorgeschlagener und von den Hauptversammlungen in den Jahren 1905 und 1906 genehmigter Maßnahmen hat seitdem wieder ein erfreulicher Aufschwung stattgefunden bis der Krieg leider wieder einen bedauerlichen Rückgang eintreten ließ.

Indem ich für die früheren Jahre auf den Bericht von Professor Bertkau im Korrespondenzblatt des 50. Jahrgangs unserer Vereinsschriften verweise, will ich daraus zur Einleitung kurz nur weniges hervorheben. Seine Blütezeit hat der Verein unter seinem langjährigen Vorsitzenden Exzellenz von Dechen durchlebt. Die von ihm mit der größten Tatkraft und Umsicht geleitetete und durch eigene hervorragende Mitarbeit geförderte geologische Aufnahme der Rheinprovinz und Westfalens und die Herausgabe der geologischen Karte dieses ganzen Gebietes im Maßstab 1 : 80000, welche in den Jahren 1855 bis 1865 erschienen ist, führte dem Verein eine sehr große

Zahl von Mitgliedern und seinem Museum reichhaltige und wertvolle Schätze zu, sodaß das im Jahre 1860 gekaufte Haus zur Aufnahme der Sammlungen nicht mehr ausreichte und in den Jahren 1872 und 73 ein Seitenflügel angebaut werden mußte. Aber nicht bloß die geologischen Sammlungen, sondern auch die botanischen und zoologischen wurden sowohl durch Ankäufe, zu denen v. Dechen wiederholt beträchtliche Summen beisteuerte, als auch durch zahlreiche Geschenke von seiten der Mitglieder so bereichert, daß das Museum des Vereins in all diesen Fächern für die naturwissenschaftliche Bearbeitung des Vereinsgebietes ein ebenso wertvolles wie unentbehrliches Material darbot. Durch den Austausch der vom Verein herausgegebenen Schriften wurde im Laufe der Zeit eine Bibliothek geschaffen, die zu den reichhaltigsten deutschen naturwissenschaftlichen Vereinsbibliotheken gehört. So bildete der Naturhistorische Verein den Mittelpunkt für die naturwissenschaftliche Durchforschung des ganzen Rheinischen Schiefergebirges sowie des Niederrheinischen und Münsterschen Tieflandes. Den wissenschaftlichen Mitarbeitern bot er vielseitige Anregung und Unterstützung und bei allen Freunden der Naturwissenschaften erweckte und belebte er das Interesse an der Förderung der Heimatkunde Aber diese stetig sich ausbreitende Einwirkung auf immer weitere Kreise, welche dem Verein lange Zeit hindurch ununterbrochen neue Mitglieder zugeführt hatte, so daß im Jahre 1872 seine Mitgliederzahl auf 1568 gestiegen war, führte schließlch zu Verhältnissen, durch die ihm später wieder viele Mitglieder entzogen wurden. Denn in verschiedenen Städten wurden teils unmittelbar auf Veranlassung seiner Mitglieder, teils unter deren eifrigen Mitwirkung und Unterstützung, sofern die Anregung von anderer Seite ausgegangen war, naturwissenschaftliche Vereine gegründet, die das Interesse ihrer Mitglieder vom Hauptverein ab- und den neu gebildeten Vereinen zulenkte. Man hat leider versäumt, diese Vereine dem Naturhistorischen Verein rechtzeitig anzugliedern. Man hätte ihre Mitglieder, die meist nicht geneigt waren, die umfangreichen Schriften des Naturhistorischen Vereins zu beziehen, als außerordentliche Mitglieder in den Naturhistorischen Verein aufnehmen sollen gegen einen mäßigen Beitrag, für welchen man ihnen das damals noch vom Naturhistorischen Verein herausgegebene Korrespondenzblatt hätte liefern können, indem man in dasselbe kurze Mitteillungen über die Sitzungen der Verbandvereine aufnahm. Die Folge dieser Unterlassung war, daß sich die Beziehungen der neu gegründeten Vereine zum Hauptverein immer mehr lockerten, und die Nachteile, welche

eine solche Zersplitterung für die wissenschaftliche Tätigkeit des Naturhistorischen Vereins mit sich bringen mußte, blieben nicht aus. Denn im Laufe der Jahre nahm die Zahl der ihm zur Veröffentlichung in seiner Zeitschrift früher in so reicher Fülle eingesandten Beiträge immer mehr ab, was denn wieder dazu beitrug, daß bei den im Verein verbliebenen oder ihm neu beigetretenen Mitgliedern das Interesse an der Förderung seiner Arbeiten stark erlahmte.

Die Hauptaufgabe für das dritte Vierteljahrhundert war also dem Verein vorgezeichnet: wenn er sich lebensfähig erweisen wollte, so galt es die zerplitterten Arbeitskräfte wieder zu gemeinsamem, sich gegenseitig unterstützendem Schaffen zusammenzuführen. Dies ist denn auch mit dem erhofften guten Erfolg durchgeführt worden. Es handelte sich dabei nicht bloß darum, eine Form zu finden, in welcher man mit den einzelnen Vereinen äußerlich in Fühlung treten konnte, sondern es war vor allem notwendig, den Vereinen die Gewähr zu bieten, daß durch den geplanten engeren Zusammenschluß auch ihnen selbst Vorteile erwüchsen, die ihnen den Anschluß wünschenswert erscheinen lassen mußten, indem er anregend und belebend auf die wissenschaftliche Tätigkeit ihrer eigenen Mitglieder wirkte. Ehe man daher mit Vorschlägen für einen engeren Zusammenschluß hervortreten und den Naturhistorischen Verein wieder zum Mittelpunkt der auf die Förderung der naturwissenschaftlichen Heimatkunde gerichteten Arbeiten machen konnte, wozu er ja durch seine reichhaltigen Sammlungen und seine umfangreiche Bibliothek bestimmt ist, war es erforderlich zunächst diese beiden wichtigen Hilfsmittel so einzurichten, daß sie auch für Auswärtige leicht und bequem benutzbar wurden. Schon beim füntzigjährigen Stiftungsfeste 1893 war der Plan gefaßt worden, einen Katalog der Bibliothek drucken zu lassen. So wurde denn 1894 zunächst mit einer gründlichen Neuordnung und übersichtlichen Aufstellung der Bibliothek begonnen und zugleich ein neuer Zettelkatalog angefertigt, der nach Beendigung der Neuordnung als Grundlage für das 1898 herausgegebene gedruckte Bücherverzeichnis diente. Ein erster Nachtrag dazu ist im Jahre 1904 erschienen, die Bearbeitung und Herausgabe eines zweiten wurde leider durch den Krieg verhindert. Die Sammlungen sind neu geordnet worden soweit es die durch ihr Anwachsen sehr beschränkten Raumverhältnisse zuließen. Vollständig durchführen ließ sich die Neuaufstellung nur in der zoologischen und botanischen Abteilung. Das sehr umfangreiche Herbarium ist dank der unermüdlichen Arbeit unseres Ehrenmitgliedes Dr. Ferdinand Wirtgen und

einiger von ihm gewonnenen Mitarbeiter in den Jahren 1903—7 völlig neu geordnet und seitdem durch das Einfügen verschiedener dem Verein als Geschenke zugegangenen oder angekauften Sammlungen noch bedeutend erweitert worden. Nähere Mitteilungen über Inhalt und Umfang des Herbariums hat Dr. Wirtgen im Jahrgang 1907 der Berichte über die Versammlungen des Botanischen Vereins für Rheinland-Westfalen auf S. 47—51 veröffentlicht.

Nachdem der Verein durch die Neuordnung der Bibliothek und der Sammlungen im Innern eine zweckentsprechende Umgestaltung erfahren hatte, war der Zeitpunkt gekommen, ihn auch nach außen hin den neuen Plänen anzupassen. Dazu war zunächst eine Änderung seiner Statuten erforderlich. Auf der Hauptversammlung in Koblenz legte im Jahre 1905 der Vorstand den Entwurf einer neuen Satzung vor, der von dem auf der vorhergehenden Hauptversammlung gewählten Ausschuß, den Herren Geh. Bergrat Haßlacher, Geh. Regierungsrat Prof. Ludwig, Prof. Noll, Banquier Seligmann, Stadtrat Tilmann, Berghauptmann Vogel und Prof. Voigt ausgearbeit war und nach geringen Änderungen von den Hauptversammlungen in Bonn und Münster i. W. angenommen wurde. Bei den Satzungsänderungen war vor allem das Ziel ins Auge gefaßt worden, den Naturhistorischen Verein in die Lage zu versetzen, einerseits mit anderen Vereinen in engere Verbindung zu treten, andererseits die bereits bestehenden Beziehungen zu den wissenschaftlichen Anstalten der Hochschulen und zu den Bergbehörden enger zu knüpfen. Es wurde daher dem Vorstand ein Kuratorium zur Seite gestellt, dem unter anderen hauptsächlich Vertreter der Universitäten Bonn und Münster i. W. und der Technischen Hochschule Aachen, der Oberbergämter Bonn und Dortmund, der Naturwissenschaftlichen Abteilung der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Bonn, der Medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Münster i. W. und der Verbandvereine angehören. Die Angliederung der naturwissenschaftlichen Vereine wurde dadurch ermöglicht, daß ihren Mitgliedern nach § 8 der Satzung die Rechte von außerordenlichen Mitgliedern gewährt werden, indem der betreffende Verein als Körperschaft mit einem nach der Höhe seiner Mitgliederzahl bemessenen Jahresbeitrag von 5 bis 20 Mark dem Naturhistorischen Verein beitritt. Dieser Beitrag dient dazu, der Bibliothek des Naturhistorischen Vereins einen Teil der ihr durch den Leihverkehr mit den außerordentlichen Mitgliedern erwachsenden Mehrausgaben zu decken. Als gemeinnützige Anstalt hat der Naturhistorische Verein bereit-

willig und gern die Aufgabe übernommen, unter Verzicht auf eigene finanzielle Vorteile die Bestrebungen zur Förderung der naturwissenschaftlichen Heimatkunde auch bei anderen Vereinen nach besten Kräften zu unterstützen. Die an der Satzung vorgenommenen Änderungen haben sich als recht fruchtbringend erwiesen, indem sowohl dem Hauptverein wieder mehr Mitarbeiter zugeführt wurden, als auch allgemein die wissenschaftliche Tätigkeit auf dem Gebiete der Heimatkunde einen lebhaften Aufschwung genommen hat. In erster Linie verdanken wir diesen den Leitern der naturwissenschaftlichen Institute der im Vereinsgebiet liegenden Hochschulen, in deren Laboratorien eine große Zahl der in den Vereinsschriften zum Abdruck gekommenen Arbeiten angefertigt worden sind.

Abgesehen von der Niederrheinischen-Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, mit welcher durch v. Dechen bereits im Jahre 1854 das Übereinkommen getroffen war, deren Sitzungsberichte gemeinsam herauszugeben, stand unser Verein bis 1906 mit keiner Gesellschaft in näherer Verbindung. Auf grund der neuen Satzung erfolgte schon in diesem Jahre die Angliederung der neugegründeten Medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft in Münster, im Jahre 1907 wurde im April der Niederrheinische geologische Verein, im September der Botanische und zoologische Verein für Rheinland-Westfalen gegründet, mit denen allen ein gleicher Vertrag über den Druck ihrer Berichte abgeschlossen wurde. In rascher Folge schlossen sich die naturwissenschaftlichen Vereine der Rheinprovinz und Westfalens als Verbandvereine an. Besonders die in engem Anschluß an den Naturhistorischen Verein erfolgte Gründung des geologischen, botanischen und zoologischen Vereins erwiesen sich als ein sehr zweckmäßiges Mittel, die persönlichen Beziehungen der Mitglieder zu pflegen und das Interesse an der Durchforschung des Vereinsgebietes neu zu beleben. Denn jeder hält jährlich mehrere Versammlungen an stets wecheln-den Orten ab, während der Naturhistorische Verein sich mit einer Hauptversammlung im Jahre begnügen muß, da die Vorbereitungen einer solchen großen Versammlung an die damit betrauten Mitglieder des Vorstandes und Kuratoriums und an die Kasse des Vereins zu hohe Anforderungen stellen, um häufiger stattfinden zu können. Der anregende Einfluß der durch die Satzungsänderung neu geschaffenen Verhältnisse gab sich sogleich kund in dem Anwachsen der für die Vereinsschriften eingehenden Beiträge. In den sieben Jahren von 1907—1913 — die Kriegsjahe müssen wir natürlich in dieser Hinsicht außer Betracht lassen — betrug der durchschnittliche Umfang der

Vereinsschriften jährlich $56^5/_8$ Bogen mit 16 Tafeln, in den vorhergehenden 7 Jahren nur $34^3/_8$ Bogen mit 2 Tafeln. Da die Sitzungsberichte der Medizinischen Abteilung der Niederrheinischen Gesellschaft bereits seit einer Reihe von Jahren auch in der Medizinischen Wochenschrift veröffentlicht wurden, so erschien der nochmalige Abdruck in den von unserm Verein herausgegebenen Sitzungsberichten überflüssig und wurde in beiderseitigem Einvernehmen vom Jahre 1913 ab eingestellt. Dagegen waren die Vereinsschriften seit 1909 durch eine den Mitgliedern sehr willkommene Beigabe, ein jährliches Verzeichnis der neu erschienenen geologischen, botanischen und zoologischen Literatur bereichert worden. Für die Ausstattung der Vereinsschriften mit Karten und Tafeln wurden dem Verein mehrfach größere Zuwendungen gemacht, so z. B. für die Herstellung der geologischen Karte des Siebengebirges im 57. Jahrgang 1900 seitens des Mineralogischen Instituts der Universität Bonn und des Verschönerungsvereins für das Siebengebirge und für die Karte des Vennabfalles im 74. Jahrgang 1917 seitens der Verfasserin Frl. Dr. Kirchberger. Auch die Mittel zur Herausgabe besonders umfangreicher Bände unserer Schriften verdanken wir zum Teil freiwilligen Spenden. Das Interesse an der neu belebten Tätigkeit des Vereins hat sich ferner darin gezeigt, daß ihm aus dem Kreise seiner Mitglieder für wissenschaftliche Arbeiten die dazu erforderlichen Gelder zur Verfügung gestellt wurden. So konnte im Jahre 1910 mit der biologischen Untersuchung der Eifelmaare begonnen werden. Die Ergebnisse der als Grundlage für die weiteren Forschungen dienenden sehr wertvollen Arbeiten über die physikalische und chemische Beschaffenheit der Maare von Prof. Thienemann sind in den Jahrgängen 1913, 14 und 17 der Verhandlungen veröffentlicht worden. Zu besonderem Dank sind wir auch Herrn Geheimrat Prof. König in Münster i. W. verbunden, welcher die Güte hatte, die chemischen Analysen in seinem Laboratorium ausführen zu lassen. Auf dem Gebiete der Naturdenkmalpflege haben zahlreiche Mitglieder des Vereins ein umfangreiches Material zur Herausgabe eines forstbotanischen Merkbuches für die Rheinprovinz zusammengebracht.

Was den Zuwachs der Bibliothek betrifft, so besaß sie nach dem auf der 50. Hauptversammlnng erstatteten Bericht von Prof. Bertkau 1893 etwas über 6000 Bände. Diese Schätzung war aber jedenfalls zu niedrig. Nach Abschluß der Katalogisierungsarbeiten Pfingsten 1897 ergab sich die Zahl von 8524 Bänden Zeitschriften, 877 Einzelwerken und 1732 kleinen Schriften, zusammen 11133. Am 31. Dezember 1917

umfaßte die Bibliothek 13780 Bände Zeitschriften, 1180 Einzelwerke und 3321 kleine Schriften, zusammen 18281. Unter diesen Zugängen befindet sich eine stattliche Anzahl wertvoller Geschenke, die der Bibliothek von Freunden und Förderern des Vereins zugegangen sind. Im Tauschverkehr standen wir 1893 mit 254 wissenschaftlichen Anstalten und Vereinen, 1914 vor dem Kriege mit 318.

Alle Sammlungen sind in den letzten 25 Jahren durch Geschenke und Ankäufe stark vermehrt worden. Von größeren Erwerbungen seien hier nur einige von denen angeführt, welche vorzugsweise Material für wissenschaftliche Arbeiten dargeboten haben, und im übrigen auf die jährlichen im Geschäftsbericht veröffentlichten Zugangsverzeichnisse verwiesen. Für die mineralogische Abteilung wurde eine von Herrn Apotheker Becker in Bonn angelegte Sammlung von Einschlüssen im Basalt des Finkenberges bei Beuel angekauft und später von ihm durch Geschenke vermehrt. Von Herrn Hauptlehrer Jacobs in Bröhl wurde eine Sammlung von Auswürflingen des Laacher-See-Gebietes angekauft. Der paläontologischen Abteilung wurde von den Hinterbliebenen des Herrn Prof. Dr. Deicke in Mülheim a. d. Ruhr dessen umfangreiche Sammlung von Versteinerungen aus der Tourtia von Mülheim und Essen zum Geschenk gemacht. Der botanischen Abteilung gingen als Geschenke zu Herbarien von Herrn Stadtrat Hahne in Hanau, Apotheker Rave in Bonn, Oberlehrer Rosikat in Duisburg und Dr. Wirtgen in Bonn; von den Hinterbliebenen des Herrn Apotheker Saalmann in Bonn, Lehrer Stockmann in Merzig, Apotheker Winter in Gerolstein und des Herrn Zillessen in Saarbrücken wurden deren Herbarien dem Verein als Geschenk überwiesen. Angekauft wurde ein von Dr. Lorch in Bonn zusammengestelltes Kryptogamenherbarium und das Herbarium von Dr. Noack in Worms. Der zoologischen Abteilung wurde von den Hinterbliebenen des Herrn Prof. Dr. Bertkau dessen Spinnensammlung überwiesen, von Herrn Oberleutnant a. D. Dr. Schultze in Bonn erhielt der Verein eine große Schmetterlingsammlung aus dem Vereinsgebiet, von Herrn Professor Dr. Thienemann in Münster i. W. die Ausbeute seiner Untersuchungen der Talsperren und Bäche des Sauerlandes. Durch letztwillige Verfügung des uns leider durch den Krieg so früh entrissenen vielseitigen Forschers und eifrigen Mitarbeiters Dr. le Roi gelangte der Verein in den Besitz seiner Sammlungen von Plecopteren, Phryganiden, Phalangiden und Mollusken, wie er denn auch schon früher die von ihm gesammelten und von Dr. Dampf in Königsberg i. Pr. (im Jahr-

gang 1911 der Berichte über d. Vers. d. Bot. und d. Zool. Ver. f. Rhld.-Westf.) beschriebenen Aphanipteren geschenkt hatte.

Was endlich die Finanzangelegenheiten des Vereins betrifft, so stellte zunächst die Neuordnung der Bibliothek und des Museums, die Anschaffung neuer Büchergestelle und Schränke sowie eine Reihe notwendig gewordener Ausbesserungsarbeiten am Vereinshaus hohe Anforderungen an eine umsichtige und möglichst sparsame Verwendung der zu Verfügung stehenden Geldmittel. Den Bemühungen seiner früheren Stellvertretenden Vorsitzenden, des Geh. Regierungsrates Prof. Dr. Ludwig und unseres jetzigen Ehrenmitgliedes, des Geh. Bergrates Prof. Dr. Rauff verdankt der Verein die Aufstellung eines sorgfältig durchgearbeiteten und übersichtlichen Haushaltungsplanes, der er ermöglicht hat, den Kapitalbestand, welcher vor 25 Jahren 90 100 Mark betrug, auf seinen jetzigen Bestand von 98 800 Mark zu erhöhen. Neben den bereits angeführten einmaligen größeren Ausgaben erwuchsen dem Verein seit 1907 auch noch sehr beträchtliche laufende Ausgaben durch den bedeutend vermehrten Umfang seiner Druckschriften. Obwohl die sämtlichen Mitgliederbeiträge für den Druck verwendet werden und noch aus den Zinsen des Kapitals ein Zuschuß geleistet wird, war man doch noch, wie bereits erwähnt, auf freiwillige Beiträge angewiesen, um die gesamten Druckkosten zu bestreiten. Da sich mit dem Anwachsen der Bibliothek und der Sammlungen auch für diese die Ausgaben von Jahr zu Jahr steigern, so hat sich der Vorsitzende 1913 mit der Bitte um Unterstützung an die Provinzialverwaltungen der Rheinprovinz und Westfalens und an die Stadt Bonn gewendet. Der Landeshauptmann der Provinz Westfalen teilte dem Vorstande mit, daß die Provinz nicht in der Lage sei, eine jährliche Beihilfe in Aussicht zu stellen, da die planmäßigen Haushaltungsausgaben für das westfälische Provinzialmuseum in Münster 10 000 Mark betrügen und für die nächsten Jahre erhöhte Mittel zu bewilligen seien. Die Verwaltung der Rheinprovinz aber, für welche ja die Sammlungen des Naturhistorischen Vereins das naturwissenschaftliche Provinzialmuseum bilden, hat ihm bis auf weiteres 2000 Mark jährlich bewilligt, die Stadt Bonn die gleiche Summe.

Im Vorstand des Vereins sind im Laufe des letzten Vierteljahrhunderts die folgenden Veränderungen eingetreten. Der Geheime Medizinalrat Prof. Dr. Schaaffhausen, welcher nach dem am 15. Febr. 1889 erfolgten Hinscheiden Sr. Exzellenz des Herrn Oberberghauptmanns v. Dechen zum Vorsitzenden gewählt worden war, verwaltete dieses Amt bis zu seinem Tode am 26. Jan. 1893. Darauf führte Herr Wirkl. Geh.-Rat Ober-

berghauptmann a. D. Dr. Huysen Exzellenz den Vorsitz gleichfalls bis zu seinem Ableben am 2. Dez. 1903. Die Neuwahl eines Vorsitzenden wurde dann bis zur Fertigstellung und Annahme der neuen Satzung verschoben. Während dieser Zeit vertraten die Stellvertretenden Vorsitzenden Prof. Dr. Rauff bis zur Pfingstversammlung 1905, dann Prof. Dr. Noll bis zum Schluß des Jahres den ersten Vorsitzenden. Auf der außerordentlichen Hauptversammlung in Bonn am 30. Dez. 1905 wurde Herr Berghauptmann Vogel zum Vorsitzenden gewählt. Das Amt des Stellvertretenden Vorsitzenden führte von 1876 ab bis zu seinem Tode am 22. Nov. 1894 Herr Geh. Bergrat Fabricius, dann Herr Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Ludwig bis 1897, Prof. Dr. Rauff bis zu seiner Berufung an die Bergakademie in Berlin im Jahre 1905, Prof. Dr. Noll bis zu seiner Berufung nach Halle a. d. Saale im Jahre 1908 und bis 1909 Prof. Dr. Karsten, der als Nachfolger seines verstorbenen Kollegen ebenfalls nach Halle a. d. Saale übersiedelte. Dann übernahm Herr Geh. Bergrat Borchers die Geschäfte, die er bis zu seinem Hinscheiden am 29. Juni 1912 führte. 1913 wurde Herr Geh. Bergrat Körfer zum Stellvertretenden Vorsitzenden gewählt. Als Schriftführer hat von 1885—1894 Prof. Dr. Bertkau seine Kraft dem Verein gewidmet bis ein unheilbares Leiden ihn zwang, sich zurückzuziehen. Nach seinem am 22. Okt. 1895 erfolgten Tode wurde 1896 Prof. Dr. Voigt zum Schriftführer gewählt, der seinen Vorgänger bereits während dessen Krankheit vertreten hatte. Unser ehrwürdiger Schatzmeister Herr Karl Henry verwaltet als Nachfolger seines Vaters sein Amt bereits seit dem Jahre 1875.

Die Einladungen zu einer gemeinsamen schlichten Feier des 75jährigen Stiftungsfestes des Naturhistorischen Vereins und des 100jährigen Stiftungsfestes der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde auf Samstag den 19. und Sonntag den 20. Oktober 1918 mußten wegen der in Bonn ausgebrochenen starken Grippenepidemie und mit Rücksicht auf die unsicheren politischen Verhältnisse kurz vorher wieder abgesagt werden. Glückwunschschreiben oder -telegramme haben übersandt der Herr Kultusminister Dr. Schmidt, Oberpräsident von Groote, Regierungspräsident von Köln von Starck, Oberbürgermeister von Bonn Spiritus, unsere Ehrenmitglieder Geh. Bergrat Prof. Dr. Rauff und Dr. Wirtgen sowie eine Anzahl Mitglieder. Dem Ernst der Zeit Rechnung tragend war vom Vorstand des Naturhistorischen Vereins wie von dem der einzelnen Abteilungen der Niederrheinischen Gesellschaft beschlossen worden, die Jubiläumsfeier im engeren Kreise zu

begehen und es waren daher nur an die benachbarten Vereine und Gesellschaften Einladungen gesandt worden. Glückwünsche haben übermittelt der Botanische Verein für Rheinland-Westfalen, die Naturwissenschaftlichen Vereine in Essen und in Elberfeld, die Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften in Marburg, die Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Gießen, der Nassauische Verein für Naturkunde in Wiesbaden, die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a. M. und die Rheinische naturforschende Gesellschaft in Mainz. Für alle freundlichen Anerkennungen der bisherigen Tätigkeit des Vereins und Wünsche für sein ferneres Gedeihen beehrt sich der Vorstand auch an dieser Stelle nochmals den verbindlichsten Dank abzustatten.

Haupt-Rechnungs-Abschluß

Einnahmen.

		M.	Pf.
Pos. I	Mitglieder	195	—
II	Verlag	1245	—
III	Kapitalverwaltung		
	a) Kapital- und Bankzinsen	4656	30
	b) Verkaufte und verloste Wertpapiere .	2946	75
IV	Zuwendungen		
	a) Provinzialverwaltung	250	—
	b) Stadt Bonn	2000	—
V	Außerordentliche Einnahmen	27	32
	Gesamteinnahmen	11320	37
	Bankguthaben am 31. XII. 1917 abzüglich Vorlagen des Schatzmeisters	4276	36
		15596	73

Bericht über die Lage und die Tätigkeit des Vereins während des Jahres 1918.

1. **Mitglieder.** Die Anzahl der ordentlichen Mitglieder betrug am 1. Januar 1918 390

Verstorben sind	7	
Ausgetreten	1	
	8	
Eingetreten sind	9	+ 1
Anzahl der ordentlichen Mitglieder am 31. Dez. 1918		391

2. **Vereinsschriften.** Der Jahrgang 1918 der Verhandlungen umfaßt 13⅞ Bogen mit 4 Tafeln und 69 Textbildern. Sitzungsberichte sind nicht erschienen.

3. **Kapitalverwaltung.**

für das Jahr 1918.

Ausgaben.

Pos.		M.	Pf.
I	Mitglieder	140	38
II	Verlag	6822	75
III	a) Kapitalverwaltung.	27	86
	b) Angekaufte Wertpapiere	967	20
IV	Bücherei	576	11
V	Sammlungen	137	75
VI	Haus	994	54
VII	Steuern	397	—
VIII	Verwaltung		
	a) Gehälter, Versicherung	1286	90
	b) Hauptversammlung	13	50
	c) Bürobedürfnisse	25	88
	Gesamtausgaben	11389	87
	Bankguthaben am 31. XII. 1918 4532.25 M. Abzügl. Vorlagen des Schatzmeisters . . . . 325.39 „	4206	86
		15596	73

4. **Bücherei:** Mit dem Verein für Ort- und Heimatkunde in der Grafschaft Mark in Witten wurde der Schriftenaustausch eröffnet. Als Geschenke erhielt der Verein eine größere Büchersendung von Herrn Stadtrat Hahne in Stettin, Bücher und Sonderabzüge von den Herren Gerichtassessor Könen in Münster i. W. und Berghauptmann Vogel in Bonn. Das Zugangsverzeichnis der Bücherei an Zeitschriften und Einzelwerken für das Jahr 1918 wird des Papiermangels wegen mit dem für 1919 im nächsten Jahrgang vereinigt werden.

5. **Sammlungen.** Von Herrn Rektoratschullehrer P. Eigen in Hückeswagen wurde der zoologischen Abteilung eine Sendung von Gallwespen und Käfern zum Geschenk gemacht.

Unserem Ehrenmitglied Herrn Dr. Ferdinand Wirtgen überreichte der Vorstand zu seinem 70. Geburtstage am 7. Januar 1918 ein Glückwunschdiplom, in welchem ihm zugleich der Dank für seine erfolgreichen Bemühungen um die Erweiterung unserer Kenntnisse der heimischen Flora und für seine langjährigen Arbeiten im Herbarium des Vereins ausgesprochen wurde. Der Naturforschenden Gesellschaft zu Danzig wurden zu ihrem 175jährigen Stiftungsfeste am 2. Januar, dem Naturwissenschaftlichen Verein zu Krefeld zu seinem 60. Stiftungsfeste am 8. März und der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Leipzig zur Feier ihres 100jährigen Bestehens am 27. November telegraphisch die herzlichsten Glückwünsche unseres Vereins durch den Vorstand übermittelt.

Über Newberria und verwandte Formen im rheinischen Mitteldevon.

Von

Dr. phil. A. Döring,
zu Köln-Deutz.

Mit Tafel I und 7 Textfiguren.

Einleitung.

Im Anschluss an meine Arbeiten im „Lenneschiefer“ [1]) hatte ich schon auf gewisse Resultate verwiesen, welche die Untersuchungen „*Newberria*“ führender Schichten im links- und rechtsrheinischen Mitteldevon ergeben hatten. In einer vorläufigen Mitteilung [2]) hatte ich dargelegt, daß die „*Caïqua*-Schicht“ Winterfelds [3]) in den Paffrather *Hians*-Schichten nach ihrer Begleitfauna kaum stichhaltig ist für eine Stellung dieser Schicht im unteren Stringocephalen-Niveau. Die Unsicherheit in der Artbestimmung dieses Brachiopods und sein Wert als Leitfossil ließen eine genauere Untersuchung erwünscht erscheinen auch jetzt noch, wo Wedekind [4]) neuerdings dieses einer be-

---

1) Der ältere Lenneschiefer in der Gegend von Gummersbach. Diss. Bonn 1914, S. 35.

2) Die „*Caïqua*“-Schicht im Paffrather Stringocephalenkalk. Zentralbl. f. Min. 1914 Nr. 24.

3) Über eine „*Caïqua*“ führende Schicht usw. Z. d. D. geol. Ges. 1895 p. 6.

4) Über *Stringocephalus Burtini* und verwandte Formen. K. Ges. d. Wissensch. Göttingen 1917 p. 5.

sonderen Untersuchung unterzogen hat, die durch vorliegende Arbeit eine ausführliche Ergänzung findet.

Der gewissermaßen zu Beginn des Jahres 1914 begonnene II. Teil: „Über die Stellung der Schichten mit *Newberria*,“ erfuhr nach dem Kriege durch Sammlung und Berücksichtigung schon erschienener Arbeiten eine Ergänzung. Durch Überlassung von Material bin ich Herrn Prof. Dr. Steinmann, der mich auch bei dieser Arbeit mit Ratschlägen unterstützte, sowie den Herren Prof. Dr. Winterfeld, Köln-Mülheim, Prof. Dr. Janson, Köln, zu besonderem Danke verpflichtet.

Im I. Teil werde ich die Brachiopodenarten *Newberria* und *Denckmannia* einer näheren Untersuchung unterziehen, die eng verwandt sind.

Im II. Teil werde ich dann auf die *Newberria* führenden Schichten zurückkommen, wobei besonders die reiche Fauna der Fossilnester in den *Hians*-Schichten von Paffrath-B.-Gladbach berücksichtigt werden.

I. Teil.

Genus *Newberria* Hall 1891.

J. Hall, An introduction to the study of the Genera of Paläozoic Brachiopoda. P. II. Pal. of N. York. Vol. VIII. S. 261.
Whiteaves, Contributions to Canadian Paläontology. Vol. I. Part. III. Montreal 1891.

Nach der Beschreibung der amerikanischen Forscher sind es hauptsächlich die glatte Oberfläche der Schalen, die Anordnung der Muskelabdrücke, die unentwickelte Schloßplatte, die die Selbstständigkeit der Art gegenüber *Rensselaeria* rechtfertigt. Ein Armgerüst war ihnen nicht bekannt. E. Schulz [1]) will eine Platte beobachtet haben, ohne den Gesamtverlauf des Armgerüsts feststellen zu können. Nach den bisher bekannten Merkmalen stellt

---

1) E. Schulz, Die Eifelkalkmulde von Hillesheim. Jahrb. d. kgl. pr. geol. L. 1884, S. 92.

man die beiden scharf zu trennenden Arten *N. amygdala* und *N. caïqua* nach dem Vorgange von Frech[1]; Schulz[2], Wedekind[3] u. a. mit Recht zu dieser Gattung.

Newberria amygdala Goldf.

Syn. *Terebratula amygdala* Goldf. in De la Beche, Handb. d. Geognosie 1832, S. 528.

T. amygdala F. Römer, Rhein. Übergangsgeb. 1844, S. 64.

T. amygdalina Steininger, Geogn. Beschr. d. Eifel 1853, S. 65.

T. caïqua Schnur, Brachiopoden d. Eifel 1854 S. 21 T. V, Fig. 5a, b.

T. amygdala u. *amygdalina*, Quenstedt, Petref. Deutschlands Bd. II S. 343 T. 47 Fig. 18, 19, 20.

T. amygdalina Kayser, Brachiopoden d. Eifel S. 499, 1871.

Rensselaeria caïqua E. Schulz, Eifelkalkmulde von Hillesheim. Jahrb. d. k. pr. L. 1883, S. 91.

Rensselaria amygdala u. *amygdalina* Frech, Lethaea paläozoica Bd. II, S. 162.

Newberria caïqua E. Schulz, Über einige Leitf. d. Eifler String.-K. Nat. Ver. 1914 S. 359.

Newberria amygdala u. *amygdalina* Wedekind. Über Stringocephalus usw. Göttingen 1917, S. 6.

Ovale Formen, Klappen fast gleichseitig gewölbt. Größte Wölbung in der Nabelgegend, Stirnrand flach rundlich oder grade, Seitennaht leicht gebogen.

Oberfläche glatt mit deutlichen Anwachsstreifen, haarförmige radiäre Streifung selten bemerkbar. Anwachsstreifen werden besonders wulstig in der Nabelgegend, sodaß vielfach der spätere Fortwuchs durch Aufblähen junger Stücke wie ein Anhängsel erscheint. (Quenstedt.) Schnabel gegen die Brachialklappe mehr oder weniger gebogen, doch nie angelegt und nie wulstförmig. Area nicht bemerkbar, Deltidium vorhanden. Kleinere Formen

---

1) F. Frech, Lethaea paläozoica II. Bd. S. 162.

2) E. Schulz, Über einige Leitfossilien usw. V. d. Nat. Ver. 1913 S. 359.

3) R. Wedekind, a. a. O. S. 6ff.

häufiger. Ein großes Exemplar von Hillesheim hatte 65 mm Länge, 40 mm Breite. Starke Verdickung der Schnabelregion, die sich beim Abschlagen der Schalenhülle des Schnabels zeigt und wie sie von Wedekind[1]) abgebildet wird, fand sich bei diesem großen Exemplare. Diese ist also eine allgemeine Erscheinung großer Exemplare.

Inneres: Untersuchungen lassen sich besonders gut an Steinkernen anstellen.

a) Exemplare aus dem Lenneschiefer.

Stielklappe. Zwischen Schnabelspitzenausfüllung und Diduktorwulst ein deutlicher Sattel der in der Schale einer Verdickung entspricht, die in eine tiefe gerillte Wölbung für den Diduktoransatz übergeht. Radiär strahlen von letzterem Rillen und Hohlnähte aus. Ein Septum teilt diesen und vielfach auch den stirnwärts gelegenen Adduktorraum, der wiederum durch 2 nach hinten divergierende Rillen ausgezeichnet ist, die in der Mitte eine mehr oder weniger keilförmige Schalenvertiefung begrenzen. Auf jeder Seite tritt besonders eine vom hinteren Muskelansatz ausstrahlende Rille hervor, die einen dreieckigen verdickten Raum in der Schale begrenzt, und im hinteren vielfach eine keilförmige Einsenkung zeigt. Zähne mit divergierenden Zahnplatten meist breit und kurz. Zahnplatten in feine Rillen am Grunde der Schalen auslaufend.

Brachialklappe. Schloßplatten stets getrennt, einen geschweiften dreieckigen Zapfen im Steinkern auslösend, durch Vertikalplatten gestützt (Wedekind). Zahnhöhlen schmal. Ein Medianseptum trennt die Muskelräume. Das herz- bis fächerförmige Diduktorpaar tritt besonders scharf hervor, durch die gescheiteltem Haar ähnliche Streifung (E. Schulz). Gefäßleisten und -rillen ebenso wie die Anwachsstreifen vielfach undeutlicher wie auf der Stielklappe.

---

1) a. a. O. Fig. 5 S. 7.

b) Exemplare aus der Newberria-Schicht der Attendorner Mulde.

Die dort auftretenden Formen stimmen mit den vorher beschriebenen überein, das geht auch deutlich aus der Abbildung eines Exemplars von Bamenohl bei E. Schulz hervor.

c) Die Formen aus dem weißen Gestein, Quarzit, von Wolfsorth bei Kürten.

Das vorliegendende Material stammt aus der Grube Pauline bei Kürten. Es sind außerordentlich dickbauchige Steinkerne, die sich durch die sehr scharf hervortretenden Gefäßrillen und -leisten besonders der Stielklappe auszeichnen. Jedoch ist dieses scharfe Hervortreten und Durchlaufen bis fast zum Stirnrande kein durchgreifendes Merkmal. Man kann diese Formen unbedenklich mit den schon beschriebenen vereinigen.

d) Die Formen aus den unteren Stringocephalen-Schichten der Eifel.

Frech und Wedekind heben mit Recht einige Unterschiede hervor, die aber nicht durchgreifender Natur sind; denn das aus demselben Niveau stammende von E. Schulz abgebildete Exemplar (a. a. O. I. VII. Fig. 1) zeigt wieder an Stelle der Vertiefung für den Diduktoransatz die für die in Sandstein vorkommenden Formen charakteristische Diduktorwülste auf den Steinkernen. Man könnte dazu neigen, anzunehmen, daß biologische Gründe für diese Verschiedenheit sprechen, da soweit bisher bekannt der Diduktorwulst auf dem Steinkern auf Formen in kalkarmen mehr oder weniger sandigen Schichten beschränkt ist.

Armgerüst: Trotzdem ich zahllose Exemplare opferte muß ich ein Summationsbild aus 3 Exemplaren geben, da ich kein Exemplar fand, wo der Verlauf restlos erkannt werden konnte. Die kurzen Crurafortsätze biegen sich nach innen spitzzahnförmig ein, die Lamellen vereinigen sich anscheinend unter Biegung zu einer keilförmig ausgezogenen Platte, die nach hinten eine kleine Aufbiegung

zeigt auf der ein Pilum sich erhebt. Das so durch Anschliff erhaltene Bild (s. S. 23, Fig. 1) ist zwar in dei Vertikal- oder Anschliffebene klar, jedoch gibt es keine Anhaltspunkte für die Wölbung der Platte und den Stand des Pilums. Wahrscheinlich ist diese Wölbung verhältnismäß schwach. Wenn wir das Armgerüst mit dem von *Rensselaeria* betrachten, so ist die enge Verwandtschaft beider sicher.

Vorkommen: Im Lenneschiefer im unteren und oberen Mitteldevon, ebenso wie in der Eifel in den unteren Stringocephalen-Schichten. Erwähnt noch aus der Quadrigeminum-Schicht.

Der zweite echte *Newberria*-Typ tritt uns in *N. caïqua* Arch. Vern. aus den oberen Stringocephalen-Schichten Uncit es-Sch.) von B.-Gladbach entgegen.

Newberria caïqua Arch. Vern.

Syn. *Terebratula caïqua* Arch. Vern. Mem. of the older dep. T. 35, Fig. 1, p. 367, 1842.
Newberria caïqua Wedekind a. a. O. S. 6. Fig. 4c, 5.
Rauffia pseudocaïqua E. Schulz ex parte a. a. O. T. VII, Fig. 6.

Als *Newberria caïqua* Arch. Vern. typus sind die elliptisch kahnförmigen Formen zu bezeichnen, wie sie Archiac und de Verneuil zuerst abgebildet haben. Beide Klappen außerordentlich stark gewölbt, Oberfläche glatt, Wachstumsstreifen in geringer Zahl, aber diese wulstig hervortretend. Schnabelbeugung meist so stark, daß die andere Klappe fast berührt wird. Stielöffnung sehr klein, das äußerste Ende der Schnabelspitze bildend, (Abb. bei Arch. und Vern. zeigt diese Spitze abgebrochen). Durch die starke wulstförmige Umbiegung des Schnabels entsteht ein Verschluß des Stielfeldes durch eine Peudoarea. Muskel- und Zahnapparat an Steinkernen auss dem Dolomit des Schladetales ausgezeichnet zu erkennen. Auffallend sind die großen Dimensionen in der Ausbildung

von Zahnplatten und Zahnstützen, die scharfen Gefäßleisten und -Rillen, die breiten stets getrennten Schloßplatten (T. I, Fig. 7). Die charakteristischen Verdickungen der Schnabelregion und Schloßplattenausfüllung hat Wedekind schon beschrieben. Eigentümlich runde Formen kommen neben diesem elliptischen Typus vor. Sie veranlaßten Ferd. Römer[1]) die Paffrather Form zu *Stringocephalus* zu ziehen, die mit *Newberria* durch alle Übergänge verbunden sei. Frech bezeichnete solche Formen als var. *pseudostringocephalus*, meint aber damit eine rundliche Form aus der *Denckmannia*-Reihe, die ich später mit *Denckmannia gracilis* var. *Winterfeldi* bezeichne. E. Schulz beschreibt diese kugligen Varietäten als *Rauffia pseudocaïqua*, auf deren Zugehörigkeit zu *Newberria caïqua* neuerdings Wedekind aufmerksam macht. E. Schulz trennte die Gattung *Rauffia* von *Newberria* auf Grund dreier Merkmale: 1. es ist eine falsche Area vorhanden, 2. es fehlen Zahnstützen, 3. die Schlossplatte ist verdickt. Es sind dies ganz allgemeine Eigenschaften der *N. caïqua*. Das angebliche Fehlen von Zahnstützen wird wohl durch den schlechten Erhaltungszustand auf Steinkernen veranlaßt. Ich besitze einige kugeligen Steinkerne aus dem Dolomit des Schladetals, wo die Zahnstützenspuren verwischt sind. Der Unterschied zwischen der Hauptart und der *Rauffia* besteht also nur in der Form. Man trennt sie höchstens als var. *globula* von der Hauptart. *Newberria caïqua* typ. kann eine bedeutende Größe erreichen: ein großes Exemplar war 8 cm lang 5 cm breit.

Armgerüst: Durch Durchschlagen des Brachiopods erhält man einen Einblick in den Verlauf. Die kurzen Crurafortsätze zeigen wieder die spitzzahnförmigen Ausbuchtungen nach innen. Die Lamellen sind anfangs schmal, werden nach hinten breiter und vereinigen sich unter Biegung zu einer gewaltigen schaufelförmigen Platte,

---

1) Römer, N. Jahrb. f. Min. 1886 II p. 304.

die in der Mitte eine nach hinten flacherwerdende rillenförmige Vereinigungsstelle zeigt. Ob diese sich im Pilum fortsetzt läßt sich nicht entscheiden. Wie bei *Newberria amygdala* reicht das Armgerüst fast bis zum Stirnrand (Seite 23, Fig. 2).

Vorkommen[1]: Hauptart und var. *globula* im Schladetale, Uncites-Schicht von Paffrath-B.-Gladbach. Dolomit von Hillesheim über der Quadrigeminum-Schicht der Eifel, ferner in den Hians-Schichten von B.-Gladbach.

Zusammenfassende Resultate über *Newberria*.

Die beiden Arten von *Newberria* bestätigen in dem Aufbau des Armgerüsts den engen genetischen Zusammenhang von *Newberria* mit *Rensselaeria*, wie er von Hall erkannt wurde. *N. amygdala*, *R. mutabilis* Hall einerseits, *N. caïqua*, *Beachia Suessana* andererseits zeigen verwandten Bau der Platte. Die spitzzahnähnlichen Ausbuchtungen an den Crurafortsätzen sind *Rensselaeria* und *Newberria* gemeinsam; *Beachia* zeigt darin eine abweichende Form, während letztere anderseits mit *N. caïqua* die Pseudoarea gemeinsam hat. Wir müssen also als Charakteristikum für *Newberria* hervorheben:

1. die plattenförmige Vereinigung und Verbreiterung der Primärlamellen,
2. die stets getrennten Schloßplatten,
3. die glatte Oberfläche,
4. den besonderen Muskelaufbau.

Diese Merkmale sind ganz allgemein und ursprünglich. Die scharfe Biegung des Schnabels, Wölbung des Schnabels bei *N. caïqua* ist ein sekundäres Merkmal. Unter diesen Gesichtspunkten müssen wir uns durch die Übergangsglieder der *Newberria* und *Denckmannia* hindurch finden, wie sie uns im Flinz von Paffrath (Hians-Schichten) entgegentreten.

Zunächst soll aber die Gattung *Denckmannia* besprochen werden.

---

1) Ich fand sie auch im Eisenstein des Martenberges bei Brilon.

Genus *Denckmannia* Holzapfel.

Syn. *Meganteris* Holzapfel, D. obere Mitteldevon i. Rh. Geb.
Denckmannia Holzapfel, Beitr. z. Kenntnis d. Fauna des Rh. String. K. Jahrb. d. kgl. pr. L. 1908 Bd. 29, Teil 2, H. 1 S. 115.

Zur Gattung *Denckmannia* rechnet Holzapfel kreisrunde, flach-bikonvexe *Meganteris*-ähnliche Formen mit wulstig verdicktem Schloßrand, mit nichtpunktierter Schale und rudimentärem Deltidium. Die Primärlamellen die im hinteren Teil sich am stärksten ausbiegen, sich nach vorne stark verbreitern, stoßen zu einem plattenähnlichen Gebilde zusammen. Unklar sind die Crurafortsätze, undeutlich die Muskelanordnung. Gegenüber *Clascothyris* unterscheidet sie sich u. a. durch das Deltidium, die punktierten Schalen, die schmaleren Primärlamellen, die fehlende Aufbiegung der Vereinigungsstelle und den Mangel eines Pilums.

Zwei verschiedene Typen des Armgerüsts stellt schon Holzapfel fest und stellt als Arten auf

1. *Denckmannia Damesi*
2. *Denckmannia circularis*

Ich füge hinzu 3. *Denckmannia gracilis* n. sp.

Denckmannia gracilis n. sp.

Form flach, Klappen fast gleichmäßig gewölbt, Schnabel leicht gebogen, spitz, Stielloch klein, Seitennaht gerade, auf beiden Klappen drei bis vier Gefäßstreifen hervortretend, Oberfläche haarförmig gestreift, Schalenstruktur prismatisch, Area schmal, nicht wulstig. Deltidium rudimentär, besonders die beiden Seitenplättchen sichtbar; elliptisch-kreisförmige Gestalt.

Inneres: Wulstförmiger Schloßrand an Steinkernen besonders gut zu sehen, Schloßplatten getrennt, durch Platten gestützt, Zahngrube auf einem schwach hervortretenden Polster liegend. Muskeleindrücke schwach hervortretend. Diduktorwulst auf der Stielklappe deutlich

geteilt, ebenfalls auf der Brachialklappe. Letztere ähnelt gescheiteltem Haar. Demnach besteht in der Anordnung der Muskeln die größte Verwandtschaft mit *Newberria*. In der deutlichen Trennung der Schloßplatten, die ein kleines, aber schmaleres Zäpfchen auf den Steinkernen auslösen, haben wir eine weitere Ähnlichkeit, aber auch ein Trennungsmerkmal von *Denckmannia circularis* und *Damesi* Holzapfel.

Auch im Bau des Brachialgerüsts sind gewisse Unterscheidungsmerkmale hervorzuheben (Seite 23, Fig. 3 und 4). Die Verbreiterung der Lamellen ist stets wahrnehmbar, ebenfalls die charakteristische hintere Ausbiegung; die kurzen Crurafortsätze, die sich am Anwachspunkt der Primärlamellen scharf einbiegen. Dem gegenüber hat die Formenreihe der *D. gracilis* stets ein Pilum, das bei großen Exemplaren bedeutende Größe annimmt (Seite 23, Fig. 5).

Die Vereinigungsstelle der Lamellen ist winklig, das Pilum richtet sich in schwacher Neigung gegen die Stielklappe. Länge des Armgerüsts über $^2/_3$ der Schalenlänge.

var. *pentagona* nov. var.

T. I. Fig. 2a, b, c.

Äußere Form fünfseitig, Schnabel rund wulstig gebogen, das Deltidium verdeckend. Schnabel stärker gebogen wie bei der Hauptform. Armgerüst zeigt sonst alle Eigenschaften der Hauptform, nur ist die Vereinigungsstelle länger ausgezogen (Taf. I, Fig. 3 u. S. 23, Fig. 3).

var. *Winterfeldi.*

Frech. Lethaea pal., S. 265.

Bedeutend dickbauchiger und runder wie die Hauptform. Gefäßstreifen auf der Stielklappe wie bei dieser hervortretend. Brachialklappe zeigt gegen den Stirnrand zu 2 breite flache Einbuchtungen. Armgerüst wie bei der Hauptform.

Denckmannia Damesi Hzl.

Syn. *Denckmannia Damesi* Holzapfel. Das obere Mitteldevon.
„ „ „ Beiträge usw. T. VII
Fig. 2, 5, 6.

Ich bilde auf T. I, Fig. 3a, b die Holzapfelsche Art nochmals ab. Es zeigen sich geringfügige Unterschiede. Der Schnabel ist weniger aufgebläht. Die Seitennaht zeigt in der Schnabelgegend die charakteristische Einbuchtung der *Denckmannia gracilis* und *circularis*. Zwei deutliche Wülste laufen fast parallel zur Seitennaht, wohl Spuren von Anwachsstreifen. Über das Armgerüst kann ich leider zu den Holzapfelschen Angaben keine Ergänzung geben, da mir Material fehlt. Doch steht sie abgesehen vom Pilum, das zu fehlen scheint, der Formenreihe der *D. gracilis* am nächsten.

Vorkommen: Sämtliche Exemplare stammen aus dem *Denckmannia*-Nest der Hians-Schicht aus dem Steinbruch „Marienhöhe“ der Frau August Clauß.

Zusammenfassende Resultate über *Denckmannia*.

Abgesehen von der breiten Form, die Denckmanniaarten im allgemeinen zeigen, den haarförmigen Streifungen, sind der Bau des Armgerüsts, das rudimentäre Deltidium, die kurzen eingeknickten Cruraschleifen, die wulstförmige Verdickung des Schloßrandes gegenüber *Newberria* kennzeichnend. Verwandtschaftliche Beziehung offenbaren sich in der Anordnung der Muskeln, dem Schloßplattenbau, der bei *D. gracilis* var. *pentagona* und var. *Winterfeldi* beginnenden wulstförmigen Umbiegung des Schnabels und Schnabelrandes und in der spitzen Stielöffnung.

Es sollte demnach leicht sein beide Gattungen zu unterscheiden, wenn mir nicht Formen vorliegen würden, die charakteristische Merkmale der *Newberria caïqua* mit *D. gracilis*, *circularis*, *Damesi* vereinigten. Es sind das Formen aus den Hians-Schichten von Paffrath (Steinbruch Teufelsfuhrloch bei Hebborn), die eine Brachiopodenfauna beherbergen mit ausgesprochenen Konvergenzerscheinungen,

neben dem charakteristischen *Uncites Paulinae* Winterfeld *Stringocephalus dorsalis* mit stark gebogenem Schnabel, *Spirifer hians* teilweise in merkwürdig großen Formen, *N. caïqua* Arch. Vern. mit unsymmetrischem Schnabel und weiter unten zu beschreibenden Eigentümlichkeiten.

Ich beginne mit der Beschreibung von Veränderungen bei

Newberria caïqua Arch. Vern. typ.

Der Schnabel ist teilweise stark auf die Brachialklappe umgebogen, hebt sich aber vielfach unter Beibehaltung der Aufblähung und gestattet einen Einblick in die Deltidialpartien. Hier zeigt sich ein deutlicher offener Deltidialspalt, ein rudimentäres Deltidium wie bei der *Denckmannia*. Weitere Veränderung am Armgerüst konnte ich Mangels an Material nicht feststellen.

Eine weitere, flachere Varietät bilde ich T. I, Fig. 4 a, b ab.

Ich habe von dieser Varietät ca. ein Dutzend Exemplare angeschliffen und doch nur ein ungefähres Bild bekommen. Ich vermute, daß die Platte nur noch in Resten vorhanden ist, eine Brücke und ein stark verdicktes Pilum an der Vereinigungsstelle stehen bleibt. Damit würde sich ein ähnlicher Bau des Armgerüsts ergeben wie der von *Denckmannia circularis* Holzapfel [1]). Trotzdem belasse ich sie, wegen ihrer sonstigen übereinstimmenden Eigenschaften bei *N. caïqua*. Eine Annäherung an *N. caïqua*, was den wulstförmig gebogenen Schnabel angeht, zeigt

Denckmannia circularis Hzl.

Ich bilde ein Exemplar T. 1, Fig. 8 a, b ab. Es sind kreisrunde Formen, stärker gewölbt, wie die Hauptform und erinnern in ihrem aufgeblähten Formen an *Newberria*. Der Aufbau des Armgerüsts zeigt nicht mehr so sehr die

---

1) Vielleicht ergibt sich dieses Bild auch nur durch das Schleifverfahren.

Verbreitung der Primärlamellen. Das von Wedekind vermutete Jugum scheint mir zu der von Holzapfel abgebildeten Brücke zu passen. Ich kann die Frage nicht entscheiden, trotzdem ich viele Exemplare opferte. Ich besitze Stücke mit und ohne Pilum.

Es ist interessant wie in ein und demselben Niveau dieselben Tendenzausbildungen vorkommen.

Leider muß ich Mangels an Material die weitere Be handlung dieser Frage zurückstellen, die insofern auch von biologischem Interesse ist, als diese Formenänderung sich vollzieht in Schichten, die im tieferen Wasser abgelagert wurden, in den Hians-Schichten von B.-Gladbach, die nach Fliegel[1]) eine Vertretung des sauerländischen Flinz darstellen, eine Ansicht, die an Hand der unten zu beschreibenden Fauna der Hians-Schicht nur bestätigt werden kann.

Genus *Amphigenia* Hall.

Amphigenia eifliensis nov. sp.

T. I, Fig. 9a, b, c.

Syn. *Newberria granulosa* Wedekind a. a. O. S. 5.

Die äußere Form ist die der elliptischen *Newberria*, jedoch mit der größeren Breite in der Mitte. Der Schnabel ist nur schwach gebeugt. Wölbung der Stielklappe stärker als die der Brachialklappe, die sich im vorderen Teil fast in die Stielklappe einbiegt. Konzentrische breite Anwachsstreifen in regelmäßigen Abständen auf beiden Klappen. Drei Schalenlagen, zwei punktiert, eine runzlich, die an die „Runzelschicht der Ammoniten" erinnert (Hall).

Durch die Stielklappen schimmern zwei gebogene nach hinten bogenförmig zusammenlaufende Zahnstützenspuren durch, die sich mit dem Medianseptum vereinigen und jenes Spondylium bilden, das die Amphigeniagattung charakterisiert (Seite 23, Fig. 6). Der Verlauf des Spondyliums schimmert deutlich durch die Schalen durch. In

1) Fliegel, Die Plattenkalke von B.-Gladbach. N. Jahrb. f. Min. 1916.

der Brachialklappe gelang es durch Anschliff die beiden löffelförmigen langen Crurafortsätze freizulegen, deren Ähnlichkeit mit der von Hall auf Tafel 74, Fig, 3 bei der *Amphigenia elongata* gezeichneten unverkennbar ist.

Vorkommen: Cultrijugatuszone von Hillesheim (Leutersdorf). Hier von mir zusammen mit *Spir. cultrijugatus, speciosus* und *Rhynchonella Orbignyana* im Sandstein unter dem Nohner Kalk gefunden. Von Kayser[1]) aus demselben Niveau von Gerolstein erwähnt. Wedekind beschreibt sie als *Newberria granulosa.* Auch gehört anscheinend die kleine Terebratulaart, die Dahmer[2]) aus den Obersten Koblenzschichten von Mandeln bei Dillenburg abgebildet hat, hierher.

Genus *Bornhardtina* (E. Schulz 1914).

Die Gattung hat E. Schulz mit Recht von *Uncites* getrennt und darauf hingewiesen, daß *Uncites laevis* M'Coy anscheinend zu derselben Gattung gerechnet werden muß. Die einzige bisher bekannte Art ist *Bornhardtina laevis (uncitoides)* E. Schulz. Es ist das Verdienst Winterfelds, auf das Vorkommen des Brachiopods im Paffrather Kalk hingewiesen zu haben. Angeregt durch die Beschreibung, die er diesem Fossil gibt, habe ich zahlreiche Exemplare der Kalkbank der Grube „Eduard und Amalia“ angeschliffen und bringe im folgenden Ergänzungen zu den schon bekannten Beschreibungen.

Bornhardtina laevis (uncitoides) E. Schulz.

Die Beschreibungen in der äußeren Form, Längen- und Breitenverhältnis stimmen im allgemeinen bei den von E. Schulz, F. Winterfeld und M'Coy gemachten

1) Kayser, Über *Iovellania triangularis* usw. Z. d. d. geol. Ges. 1888, 5.

2) Dahmer, Die Fauna der obersten Koblenzschichten von Mandeln b. Dillenburg. Jahrb. d. kgl. pr. L. 1915 Bd. 36, T. I, H. 1, S. 144.

überein. Die Unsymmetrie der Schalen und des Schnabels wird immer hervorgehoben. Auch bei großen Exemplaren von Paffrath beobachtet man auf beiden Klappen zuweilen eine feine Medianrille ohne ein Septum im Innern zu bemerken (s. E. Schulz T. VIII, Fig. 5).

Stielklappe: Die Deltidialgegend entspricht bei den Paffrather Exemplaren der der Eifeler. Das äußerlich gute Merkmal gegenüber *Stringocephalus* besteht abgesehen vom Aufbau des Deltidiums (vergl. Wedekinds Beschreibung und Abbildung, auch bei Torley) darin, daß das Stielloch bei älteren Exemplaren fehlt, (T. VIII, Fig. 5) bei jüngeren fast an der Spitze des Schnabels sitzt. (s. Abb. bei Schulz T. VIII. Fig. 3). Die bei allen drei Autoren hervorgehobene Verdickung der Schnabel- und Schloßgegend ist charakteristisch wie bei *Newberria caïqua* var. *globula* (E. Schulz, *Rauffia pseudocaïqua*). Genetisch würde vielleicht die Ausfüllung des Raumes zwischen Zahn und Zahnplatte der Grund für die Verdickung sein. Die Verdickung ist auf lamellöse Kalkabsonderung zurückzuführen. Ein Medianseptum fehlt wie bekannt bei der echten *Bornhardtina*. Jedoch beobachtete ich bei einem Querschnitt eines Exemplars die Verdickung septenähnlich bis in die Höhe des gegenüberliegenden Schloßrandes der Brachialklappe heruntergehen, die im Querschnitt einem Septum ähnlich erscheint, ohne aber mit dem scharfkantigen Septum des *Stringocephalus* verglichen werden zu können.

Die Muskeleindrücke und Gefäßleisten erinnern auf der Stielklappe an *Newberria* mit dem charakterischen Unterschied, daß sich an beiden Seiten zwei gabelartige Wülste in der Schale befinden, an welche die deutlich zweiteiligen Enden des Diduktors eingreifen. Das runde birnenförmige Ende greift in der anderen Klappe in eine quer zur Längsachse stehende Narbe, wie das von E. Schulz erkannt und abgebildet worden ist.

Armklappe: Die Schloßplatten sind stets vereint durch eine rillenförmige Ausbuchtung.

Im Querschnitt und Anschliff ergibt sich dabei folgendes Bild (Seite 23, Fig. 7). An den sehr kurzen Crurafortsätzen (wie bei *Stringocephalus*) beobachtete ich eine Schleife, die mit denen bei *Denckmannia* (einfache Schleife mit Pilum) übereinstimmt (vergl. auch E. Schulz a. a. O. S. 365). Einen Schloßfortsatz habe ich nicht entdecken können.

Nach diesem Aufbau ist die Verwandtschaft zwischen den von E. Schulz und F. Winterfeld beschriebenen Exemplaren eine so große, daß wir beide wohl vereinigen können. Da Beschreibung und Abbildung bei M'Coy ferner keine wesentlichen Unterschiede geben, so faßt man wohl alle drei unter dem Namen *Bornhardtina laevis* zusammen. Dem Armgerüst nach stellt man *Bornhardtina* in eine Verwandtschaft zu *Denckmannia.* Einige Unterschiede sind wesentlich für die Selbständigkeit dieser Gattung.

Es erinnert der gedrehte Schnabel, die Deltidialgegend an *Uncites*, die Verdickung der Schnabel- und Schloßgegend an *Newberria caïqua.* Die zuweilen sichtbare radiäre Streifung wiederum hat sie mit *Denckmannia* und *Newberria* gemeinsam.

II. Teil.

Stratigraphische Betrachtungen.

1. Die Bank mit *Newberria amygdala* Goldf. im Lenneschiefer.

Sie bildet die obersten Lagen des Mühlenberg-Sandsteins. Dieser kann überlagert werden von den Brandenberg-Schichten oder deren vollständiger oder teilweiser fazieller Vertretung, den Breuner Schiefern[1]) der Gegend von Lindlar, Gummersbach u. a. O. Diese werden überlagert in Gummersbach von schwarzen Kalken und hierauf von den Gummersbacher Mergeln, die ich gleichsetze den Finnentroper Hausteinen. Der in der Attendorner

1) Darüber werde ich demnächst veröffentlichen.

Mulde darüber folgende Sandsteinhorizont, ausgezeichnet durch eine Bank mit *Newberria amygdala*, ist in Gummersbach nicht aufgeschlossen. Sichtbar darüber wird erst die Quadrigeminum- und Actinocystis-Schicht. Die Bank mit *Newberria amygdala* im Lenneschiefer tritt also in zwei Horizonten, im tiefsten unteren Mitteldevon (Mühlenberg-Schichten) und im unteren Stringocephalen-Niveau auf. Letzteres Auftreten findet man, wie bekannt, auch in der Eifel.

2. Das Auftreten von *N. caïqua* Arch. Vern. typ. und var. *globula* in B.-Gladbach und der Eifel.

Es handelt sich in B.-Gladbach in den Uncites-Schichten um ein nur teilweises bankförmiges Auftreten, was im Schladetal und in Eichhof bei Kürten zu sehen ist. Verglichen kann dieses Vorkommen werden mit dem im unteren Dolomit von Hillesheim.

3. Die Fauna der Hians-Schichten von Paffrath. Fliegel hat neuerdings stratigraphisch und petrographisch auf die Verwandtschaft der Hians-Schichten mit dem sauerländischen Flinz hingewiesen und bezugnehmend auf meinen Hinweis auf das Vorkommen von *Newberria* seine Stellung dahin festgelegt, daß die Hians-Schichten den obersten Stringocephalen-Schichten bezw. dem Flinz angehörten. Meine Ansicht hatte ich schon 1914 in meiner vorläufigen Mitteilung einer Revision unterzogen. Um so erfreulicher ist es nun, daß ich diese von Fliegel zuerst ausgesprochene Anschauung auch paläontologisch stützen kann.

Ich beschränke mich zunächst auf die reiche Fauna des Denckmannia-Nestes in den Hians-Schichten des Steinbruches Marienhöhe. Durch das liebenswürdige Entgegenkommen der Steinbruchbesitzerin, Frau August Clauß, habe ich hier eine beträchtliche Fauna sammeln können, die aus folgenden Arten besteht:

Bronteus flabellifer Goldf.
Kophinoceras sp.
Cyrtoceras ornatum Goldf.
Orthoceras angulifer Arch. Vern.
Cyrtina heteroclita Defr.

Bifida lepida Goldf.
Uncites Paulinae Winterf.
Tentaculites scalaris v. B.
" *gracillimus* Sandb.
" *mucronatus* Maur. cf.
Macrochilina Schlotheimi Arch. Vern.
Holopella Sandbergeri Hzl.
Euomphalus trigonalis Goldf.
" *laevis* Arch. Vern.
Pleurotomaria delphinuloides Goldf.
Loxonema sp.
Bellerophon lineatus Goldf.
Murchisonia coronata var. *turboides* Winterf.
" *bigranulosa* Arch. Vern.
" *angulata* Phil.
" *cingulata* His.
" *turbinata* Goldf.
Aviculopecten sp.
Avicula clathrata Sandb.
Paracyclas proavia Goldf.
Cypricardinia Sandbergeri Beush.
Lingula sp.
Denckmannia Damesi Hzl.
" *gracilis* n. sp.
" " var. *pentagona.*
" " var. *Winterfeldi.*
Glassia Beyrichi

Stringocephalus Burtini Defr.
Meristella sp.
Spirifer macrorhynchus Schn.
" *aperturatus* Schn.
" *aculeatus* Schn.
Spirifer hians v. B.
" *inflatus* Schn.
" *Maureri* Hzl.
" *subelegans* Sc.
" *Winterfeldi* Sc.
Atrypa reticularis L.
" *flabellata* Kays.
" *aspera* Schl.
" *tubaecostata* Paeck.
" *signifera* Schn. cf.
" *desquamata* Sow.
Athyris concentrica L.
Skenidium areola Quenst.
Rhynchonella parallelepipeda Br.
" *subcordiformis* Schn.
" *pentagona* Goldf.
" *crenulata* Sow.
" *procuboides* Kays.
" *acuminata* Mart.
" *triloba* Sow.
Strophalosia fragaria Whidb.
Productus subaculeatus Murch.
Strophomena irregularis F. Römer.
Pentamerus globus Br.
" *galeatus* Dlm.
" *biplicatus* Schn.
Camarophoria rhomboidea Phil.

Camarophoria brachypticta Schn.
„ *orthoglossa*
„ *subreniformis* Schn.
Dalmanella striatula Schl.
„ *rhombica* Hzl.
Streptorhynchus umbraculum Schn.
Crinoidenstiele.
Bryozoenreste.
Cladochonus sp.
Pachypora sp.
Alveolites suborbicularis Lam.
Cyathopyllum dianthus Goldf.
„ *Lindströmi* Fr.

Von anderen Fundpunkten (alter Steinbruch von Fischer und Linden, Teufelsfuhrloch) erwähnt Winterfeld noch folgende Arten:

Anacestes cancellatus Arch. Vern.
Tornoceras simplex v. B.
Maeneceras terebratum Sandb.
Gomphoceras sp.
Turbonitella subcosta Arch. Vern.
Mecynodus oblongus Goldf.
Buechelia Goldfussi Schl.
Megalodon cucullatus Goldf.
Cyathophyllum ceratites Goldf.
„ *quadrigeminum* Goldf.

Der Fundpunkt Teufelsfuhrloch bei Hebborn zeigt, wie schon erwähnt eine spezielle Vergesellschaftung einer Brachiopodenfauna mit Konvergenzerscheinungen, die wohl auf biologische Anpassung zurückzuführen sind. Ich fand bisher

Clascothyris Tschernyschewi Hzl.
Stringocephalus dorsalis Goldf.
Newberria caïqua Arch. Vern.
Denckmannia circularis. Hzl.
Uncites Paulinae Winterf.
Spirifer hians v. B.

Damit hätten wir die bisher bekannte nestweise auftretende Fauna der Hians-Schichten erschöpft und wir kommen nunmehr zu der Frage des Alters dieser Fauna.

Das Auftreten von *Denckmannia*-Arten erinnert zunächst an die Vergesellschaftung von *Denckmannia* der obersten Grenze des Massenkalks von Bilveringsen, wie es

Holzapfel beschreibt (die übrige dort vorkommende Fauna ist bisher leider nicht veröffentlich worden). Ganz außerordentlich ist aber die Übereinstimmung der Fauna der Hians-Schichten mit der Flinzfauna des Schleddenhofes bei Iserlohn, wie sie Torley beschrieben hat. Auch hier tritt der von Winterfeld beschriebene *Uncites Paulinae* auf (Torley trennt ihn nicht von *Uncites gryphus*). Selbst eine Varietät von *Rhynch. parallelepipeda* (T. I, Fig. 5) haben beide Vorkommen gemeinsam. Das Vorkommen von sonst dem Massenkalk fremden Arten wie *Glassia Beyrichi*, zahlreichen Lingulaarten (Wappersberg bei der Villa Flora), Tentaculiten, spricht mit Sicherheit für ein jüngeres Alter als die unteren Stringocephalen-Schichten, und so muß ich, was die Fauna der Hians-Schichten angeht, der Ansicht Fliegels beistimmen, daß eine Gleichstellung der Hians-Schichten mit dem Flinz des Sauerlandes angebracht erscheint. Damit wird auch das Auftreten von *Atrypa tubaecostata*, die Paeckelmann aus dem Dorper Kalk angibt, und von *Spirifer subelegans*, dessen Verwandtschaft zu der oberdevonischen Formenreihe des *Spirifer ziczac* Scupin schon auffiel, erklärlich. Man kann die Beweise für ein Flinz-Alter der Hians-Schichten noch bei weitem vermehren. Fliegel führt an die plattenförmige Ausbildung der Gesteine, die gelegentlichen Riffreste, die Versteinerungsarmut im allgemeinen, ich füge hinzu die Lingulabänkchen an manchen Fundstellen und die überaus überraschende Einstimmung mit der Schleddenhof-Fauna.

Angesichts dieser Tatsachen kann ich Winterfeld nicht beistimmen in dem Vergleich der Hians-Schichten mit den unteren Stringocephalen-Schichten der Eifel. Die Caïqua-Schicht kann jedenfalls unter keinen Umständen mit der Amygdala-Schicht der Eifel verglichen werden, wie wir oben darlegten, und damit ist die Gliederung der Hians-Schichten nach Art der unteren Stringocephalen-Schichten der Eifel wie sie Winterfeld im Auge hatte, wohl hinfällig.

4. Die Schichten mit *Bornhardtina laevis* E. Schulz sind in Paffrath als Liegendes der Ober-Honseler-Schichten in der Grube Eduard und Amalia bekannt.

Ich fand außer den von Winterfeld erwähnten Fossilien noch

Cyathophyllum quadrigeminum Goldf.
" *caespitosum* var. *breviseptata* Fr.
Cyathophyllum vermiculare Goldf.
Megalodon abbreviatus Sow.
Stringocephalus Burtini Defr.

Diese Kalkeinlagerung steht wohl im engen faunistischen Zusammenhang mit dem Quadrigeminum-Kalk. Die Anwesenheit von *Stringocephalus Burtini* ist zweifellos, sodaß diese Schichten wohl noch zu den Stringocephalen-Schichten zu rechnen sind. Die geringen Unterschiede zwischen den Eifeler und Paffrather Exemplaren der *Bornhardtina* könnten zu dem Schlusse berechtigen, beide Schichten als gleichaltrig anzusehen, zumal die Schichten mit *Spirifer mediotextus* beide unterlagern.

Paläontologischer Anhang.

Rhynchonella parallelepipeda Br.

Zwei Varietäten bilde ich auf T. I, Fig. 5 und 6 ab. Fig. 5 zeigt ein Exemplar von scharf begrenztem Habitus, mit seitlich abgeschnittener Stirn. Höcker und Zunge treten sehr stark hervor. Fünf flache am Rande dichotomierende Rippe auf dem Sinus und 10—12 auf jeder Seite.

Torley (Fauna des Schleddenhofs) bildet dieselbe Varietät ab. Fig. 6 zeigt eine Varietät mit gröberen Rippen. Die Form ähnelt mehr der variatio *subcordiformis*, während das vorher beschriebene Exemplar in Form und Größe mit *Rh. primipilaris* Ähnlichkeit besitzt.

Rhynchonella triloba Sow.

Die Art liegt in 2 Exemplaren vor. Die Rippen sind nicht immer deutlich entwickelt. In Form von „Schrammen“ zieht sich vom Buckel aus eine haarförmige Streifung über die Oberfläche.

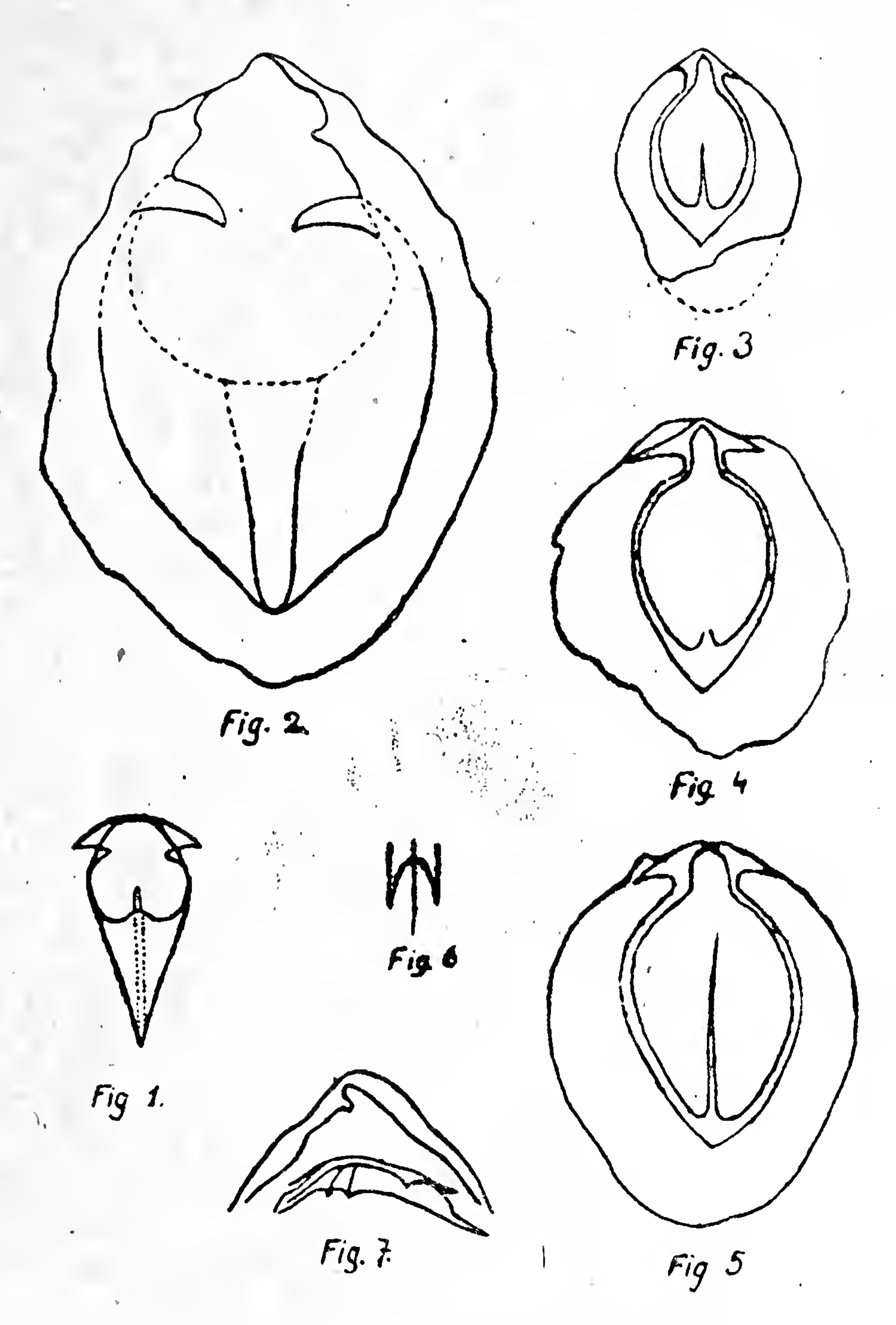
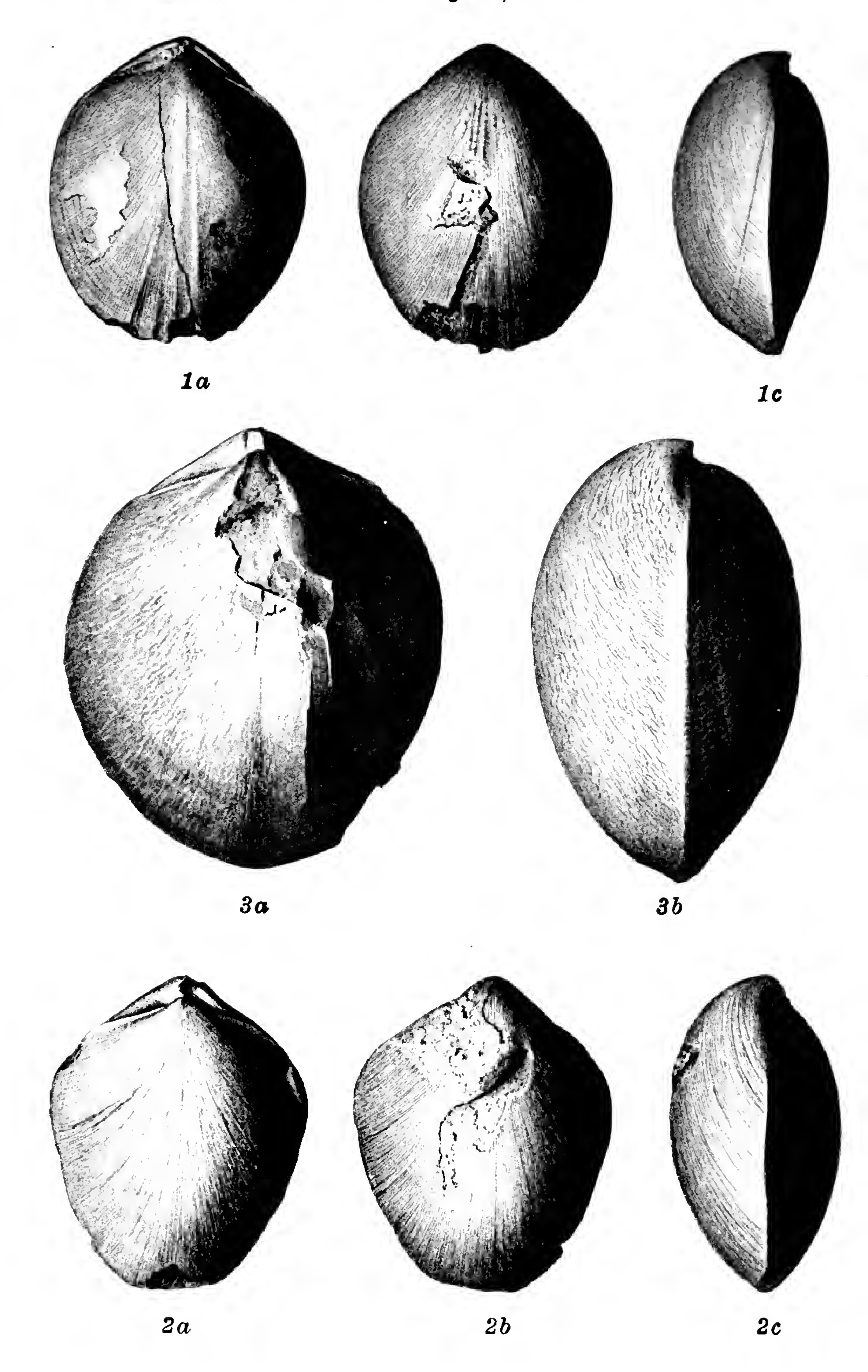


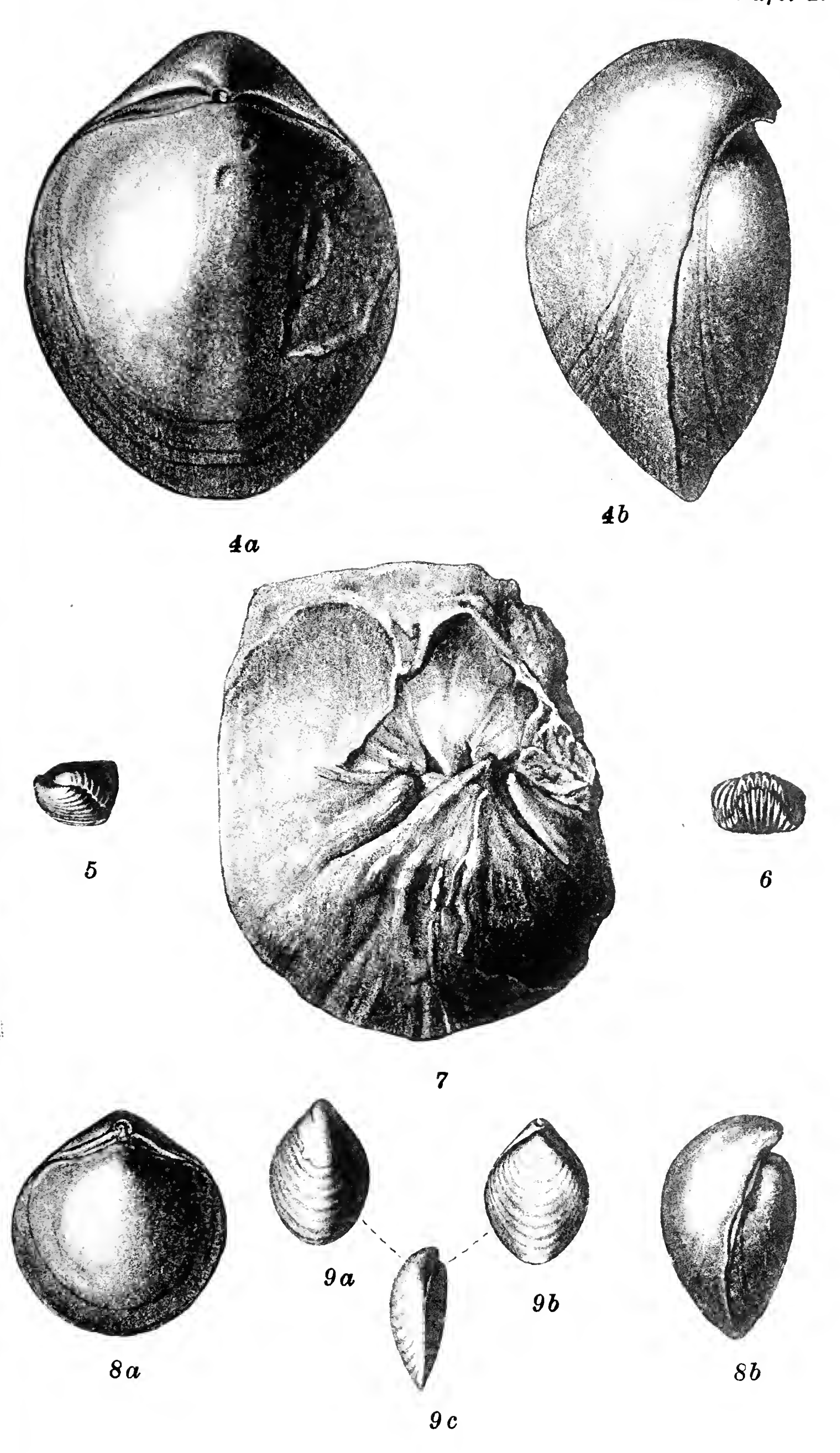
Fig. 1. *Newberria amygdala* Goldf. Anschliff.
Fig. 2. *N. caïqua.* Arch. Vern. Armgerüst.
Fig. 3—5. *Denckmannia gracilis* n. sp. Armgerüst.
Fig. 6. *Amphigenia eifliensis* n. sp. Spondylium.
Fig. 7. *Bornhardtina laevis (uncitoides)* E. Schulz. Anschliff der Schloßplatten.

Erklärung der Tafel I.

Fig. 1 a b c. *Denckmannia gracilis* n. sp.
Fig. 2 a b c. *D. gracilis* n. sp. var. *pentagona* n. v.
Fig. 3 a b c. *D. Damesi* Hzl.
Sämtliche Exemplare aus den Hians-Schichten von B. Gladbach (Steinbruch Marienhöhe).
Fig. 4 a b *Newberria caïqua* Arch. Vern. Hians-Schichten Teufelsfuhrloch bei Hebborn.
Fig. 5. *Rhynchonella parallelepipeda* var.
Fig. 6. „ „ var.
Fig. 7. Steinkern von *Newberria caïqua* Arch. Vern. Schladetal bei B. Gladbach, Uncites-Schichten.
Fig. 8 a b. *Denckmannia circularis* Hzl. Hians-Schichten. Teufelsfuhrloch bei Hebborn.
Fig. 9 a b c. *Amphigenia eifliensis* n. sp. Leutersdorf. Cultrijugatuszone.

Sämtliche Stücke sind in natürlicher Größe abgebildet. Die Originale habe ich dem Geologisch-paläontologischen Institut in Bonn überwiesen, außer Fig. 4 und 8, die sich im Museum für Naturkunde in Köln befinden.


1a
1c
3a
3b
2a
2b
2c



J. B. Obernetter, München, reprod.



Die Antezedenz des Lennehaupttales.

Von

Fritz Goebel,
Witten (Ruhr).

Mit einer morphologischen Skizze des Sauerlandes (Tafel II).

Ebenso wie der Lauf der Ruhr in seiner Gesamtheit aus mehreren, mindestens sechs genetisch verschiedenen Teilstrecken zusammengeschweißt ist (6, S. 210/1), so zerfällt der Lauf ihres größten Zuflusses, der Lenne, in zwei natürliche Abschnitte, die sich bereits äußerlich durch den schroffen Wechsel der Flußrichtung unterscheiden und dadurch auf jeder Karte beliebigen Maßstabes deutlich hervortreten:

1. den Oberlauf (von Altenhundem an aufwärts), der subsequent dem paläozoischen Generalstreichen (von ONO nach WSW) folgt (6, S. 198),
2. die Hauptstrecke von Altenhundem bis zur Mündung, die sich durch ihre trotz des vielgewundenen Laufes geradlinige Durchschnittsrichtung von SO nach NW (über eine Luftlinienentfernung von 53 km) als ein Talzug von einheitlicher Entstehung zu erkennen gibt.

In Ergänzung meiner früheren Arbeit (6, S. 204), die unter dem Zwange des Krieges in Eile zusammengestellt werden mußte, möchte ich noch kurz den Tatsachenkreis skizzieren, der zu dem morphologischen Verständnis dieses letzteren Talzuges hinführt.

Von den zuerst in die Augen fallenden Anomalien des Gewässernetzes im Bereich der Lenne ist vor allem die asymmetrische Lage der Wasserscheiden und die damit Hand in Hand gehende starke Ungleichseitigkeit des Einzugsgebietes (6, Taf. IX) von der größten Bedeutung, weil diese Eigenschaften der Lennehydrographie zu der geologischen Struktur in keiner primären Beziehung stehen, vielmehr ein Erzeugnis echter Erosion darstellen.

Da im Schiefergebirge wesentlich nur die Talfurchen die großen Linien der landschaftlichen Gliederung der Oberfläche bestimmen, so kommt diese ungleichseitige Netzgestaltung auch bodenplastisch eindrucksvoll zur Geltung:

Der überwiegenden Entwicklung linksseitiger Zuflüsse, die der allgemeinen Abdachung nach N folgen, entsprechen lange, meridional von S nach N ziehende Nebentäler.

Demgegenüber ruft die Nähe der Wasserscheide rechts der Lenne auf einem größeren Teil ihres Laufes ein geschlossenes Gehänge hervor, das von der Talsohle sogleich bis zur Wasserscheide aufsteigt.

Analoge Gehänge finden sich rechts der Ruhr und der Möhne. Entsprechend ihrer Lage dem Hauptteil der Einzugsgebiete gegenüber kann man sie zweckmäßig als Stirnhänge[1]) bezeichnen. Durch ihre weite Erstreckung und beträchtliche Erhebung (im Gebirgslande 2—300 m) beeinflussen sie das morphologische Bild des Sauerlandes in weitgehender Weise und sind nur da einer Auflösung

---

1) Von der die Formengebung des Sauerlandes bestimmenden Ausdehnung dieser Stirnhänge kann man sich anschaulich überzeugen durch einen Blick auf das vorzügliche, von A. Kuemmel auf Grundlage der Meßtischblätter gearbeitete Relief des Sauerlandes (9), aus welchem diese durchlaufenden Hangbildungen als die beherrschenden Züge der Oberflächengestaltung des Ruhr-Lenne-Gebietes mit voller natürlicher Plastik heraustreten.

zum Opfer gefallen, wo Zonen weicherer Gesteine einer raschen Rückwärtserosion der auf ihnen zu Tal rinnenden Stirnhangbäche Vorschub leisteten (Beispiel: Fretter, Elspe).

Dieses an den drei Hauptflüssen des Ruhrgebietes gesetzmäßig zu beobachtende Auftreten von langen, nach N gehenden Abdachungsflüssen und kurzen, entgegen kommenden Stirnhangbächen (6, Taf. XII) dokumentiert eindrucksvoll die von J. Sölch (14, S. 206 ff.) neuerdings behandelte hydrographische Auswirkung einer Schrägstellung, die dieser Teil der germanischen Rumpfebene (3, S. 17) seit dem Miozän erfahren hat und die im Sauerland bereits aus dem allgemein-morphologischen Befunde (der schrägen Abdachung der unzertalten Oberfläche) zu erschließen war. (Die Kulminationslinie dieser Hebung, der Wölbungsscheitel, folgt dem Zuge des Rothaargebirges [Taf. II].)

Während durch diese Aufwölbung die Nebenflüsse in so sinnfälliger Weise in ihrer Entwicklung in Mitleidenschaft gezogen worden sind, hat sich der Hauptfluß, die Lenne, der neuen Abdachung gegenüber als beständig erwiesen, ist also in bezug auf diese antezedent (vgl. a. 10, S. 63, Z. 10—13).

Zu demselben Ergebnis gelangt man durch folgende Überlegung:

Es läßt sich zeigen, daß die Richtung des Lennehaupttals in keiner Weise der allgemeinen Abdachung der Rumpffläche nach N bzw. NNW folgt, sondern von dieser Richtung um einen Winkel von etwa 30° abweicht.

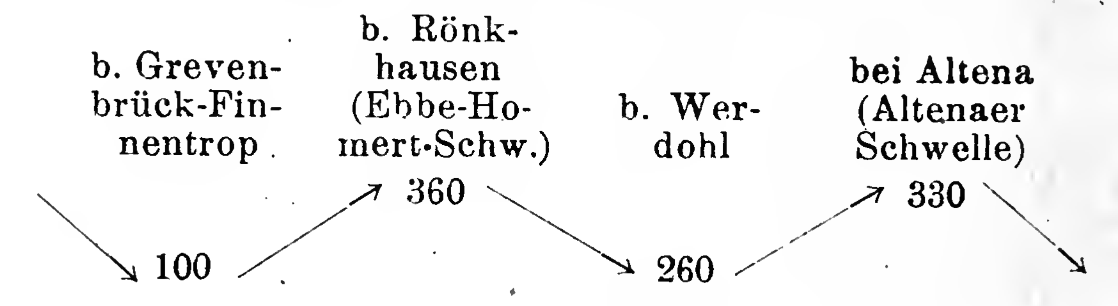
Ferner ist durch die geologische Spezialkartierung der in Frage kommenden Meßtischblätter festgestellt, daß dieser Teil des Lennelaufes in seiner Gesamtheit so gut wie völlig unabhängig von der stark gestörten geologischen Struktur in die gehobene Rumpfscholle eingeschnitten ist — ein Merkmal von äußerstem Belang!

Durch diesen Widerspruch mit dem geologischen Bau sowohl wie mit der Abdachung ge-

hört diese Lennetalstrecke zu jener Kategorie von Flußabschnitten, die durch die heute nachweisbaren Gesetze nicht erklärt werden können und auch aus diesem Grunde[1]) älter als die tertiäre Heraushebung des Schiefergebirges, d. h. in bezug auf diese antezedent sein müssen.

Von entscheidender Bedeutung ist jedoch die Feststellung, daß der in Frage stehende Talzug in der schroffsten Weise mit dem Relief der unzertalten Rumpffläche disharmoniert, indem er ihre Rumpfhöhen bzw. Rumpfschwellen[2]) (8, S. 230) in zwei großen Durchbruchstälern — die Ebbe-Homert-Schwelle bei Rönkhausen, die Altenaer Schwelle bei Altena (Taf. II) — zerschneidet, eine Tatsache, die sich am klarsten in dem mehrfachen starken Wechsel der Taltiefe ausspricht (s. a. 6, Taf. XI):

Tiefe des Lennetales in m:



Dieses Verhalten kann — im Verein mit der Diagonalrichtung des Talzuges — nicht durch Retroerosion, sondern ebenfalls nur durch die Annahme einer Antezedenz des Lennehaupttales erklärt werden, so daß somit der Urlenne ein hohes geologisches, vermutlich präneogenes Alter zugeschrieben werden muß.

Wollen wir zum Schluß noch einmal alle Hilfsmittel namhaft machen, die herangezogen werden müssen, um die morphologische Position dieser wichtigsten, aber bisher

1) Gegen Epigenesis spricht die geologische Situation.

2) Ich halte diese Rumpfschwellen trotz der bedeutenden Widerstandsfähigkeit der an ihrem Aufbau beteiligten Gesteine im wesentlichen für tertiäre Aufwölbungsschwellen, die bemerkenswerterweise mit alten variskischen Hauptantiklinalen z. T. zusammenfallen (posthume Nachsattelung).

noch unenträtselten Talfurche des westlichen Sauerlandes klarzustellen, so können wir das Tatsachenmaterial in folgenden zehn Hauptgesichtspunkten zusammenfassen:

1. *Geradlinige Durchschnittsrichtung des Talzuges über eine Luftlinienentfernung von 53 km,*
2. *Asymmetrie der Wasserscheiden,*
3. *Ungleichseitigkeit des Einzugsgebietes,*
4. *Formengebung des Haupttales,*
5. *Ausbildungsweise der Nebentäler,*
6. *Anzahl, Höhenlage, Verbreitung und Material der fossilen Talböden,*
7. *Unabhängigkeit des Talzuges von der geologischen Struktur, insbesondere Abweichung von der variskischen Querrichtung,*
8. *Schrägverlauf zur Hauptabdachung,*
9. *Disharmonie mit dem Relief der unzertalten Oberfläche (Durchbrechung zweier Rumpfschwellen),*
10. *Parallelismus mit dem analogen Ruhrabschnitt Wennemen—Neheim.*

Aus dieser Tatsachengruppierung erweisen die Punkte

1) *1+7+8*
2) *2+3*
3) *9*

mehr oder weniger unabhängig von einander die Ursprünglichkeit oder **Antezedenz des Lennehaupttales in bezug auf die seit dem Mitteltertiär erfolgte epirogenetische Aufwölbung der präoligozänen Landoberfläche.**

Will man diese bedeutende Talfurche in ihrer morphologischen Eigenart kurz kennzeichnen, so erscheint mir die Bezeichnung

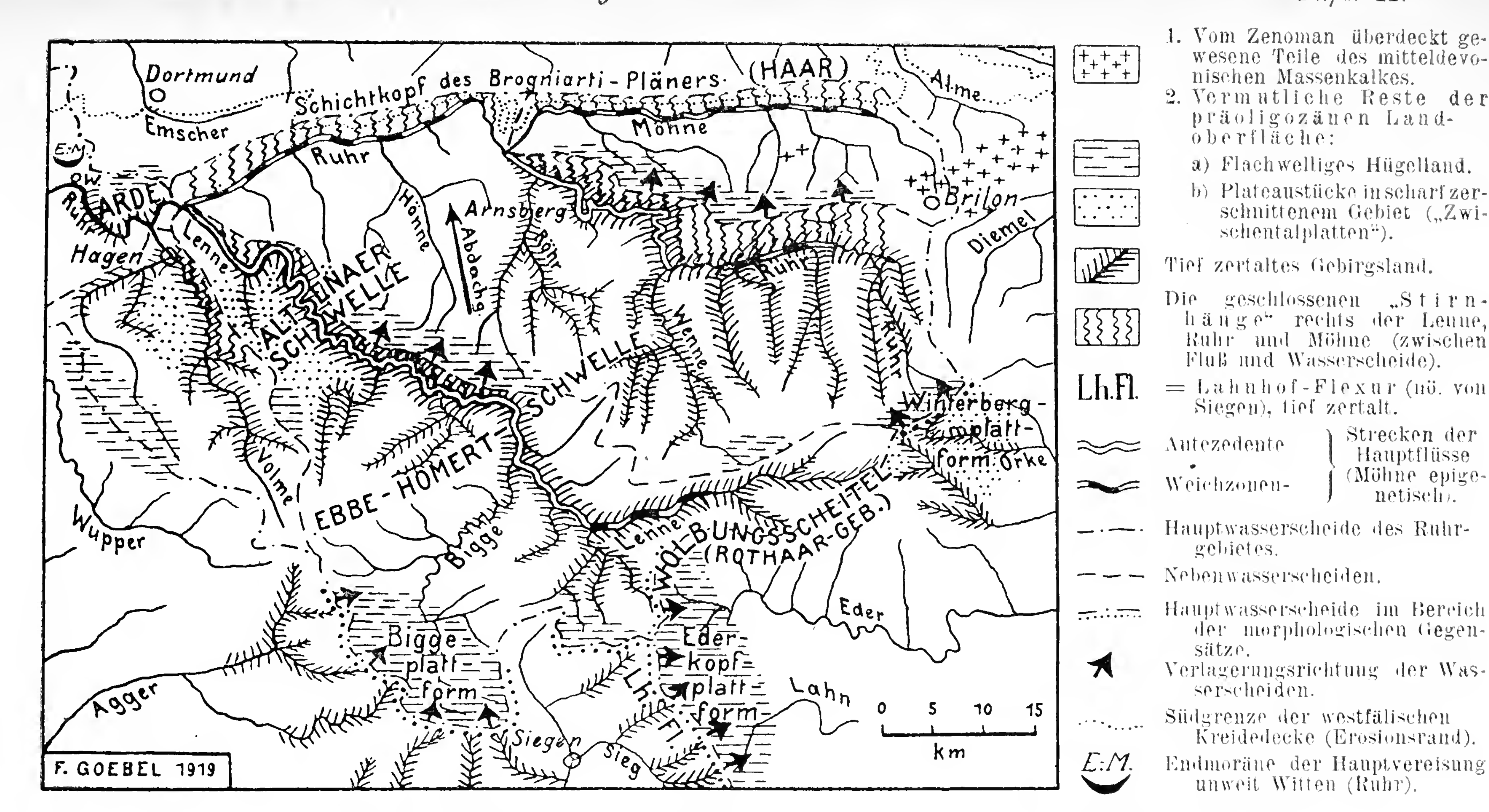
„*Schräges Durchgangstal*"

gerechtfertigt, die unter Berücksichtigung der Punkte *7+8+9* ihren Hauptcharaktereigentümlichkeiten Rechnung trägt.

Literatur und Karten.

1. Ahlburg, J. Über das Tertiär und das Diluvium im Flußgebiete der Lahn. Jahrb. d. Preuß. Geolog. Landesanstalt. Bd. 36, T. 1. Berlin 1915. S. 269—373.

2. Beyschlag, F. Über die aus der Gleichheit der „Geologischen Position“ sich ergebenden natürlichen Verwandtschaften der Erzlagerstätten. Zeitschr. f. prakt. Geologie. 23. Jahrg. Berlin 1915. S. 129—137.
3. Braun, G. Deutschland. Berlin 1916.
4. Fuchs, A. Erläuterungen zu Blatt Hohenlimburg und Iserlohn der Geologischen Karte von Preußen. Berlin 1911.
5. Geologische Karte von Preußen und benachbarten Bundesstaaten (1 : 25 000).
   Lieferung 143: Blatt Witten, Hörde. Berlin 1909.
   Lieferung 163: Blatt Hagen, Hohenlimburg, Iserlohn. Berlin 1911.
   Lieferung 220: Blatt Meinerzhagen, Lüdenscheid, Altena, Herscheid. Im Druck.
   Lieferung 236: Blatt Plettenberg, Endorf, Attendorn, Altenhundem. Im Druck.
6. Goebel, F. Die Morphologie des Ruhrgebietes. Verhandl. des Naturhist. Vereins der preuß. Rheinlande und Westf. 73. Jahrgang. Bonn 1916. S. 105—225.
7. Hol, J. B. L. Beiträge zur Hydrographie der Ardennen. Jahresbericht des Frankfurter Vereins für Geographie und Statistik. 79. u. 80. Jahrgang. Frankfurt 1916. S. 5—160.
8. Kirchberger, M. Zur deutschen Landeskunde X. Vorl. Erg. einiger Exk. ins Bergische u. ins westl. Sauerland. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin 1917. S. 230—237.
9. Kuemmel, A. Körperbild des Rheinisch-westfälischen Industriegebiets (Sauerland, Siegerland, Bergerland, Niederrhein). Flächenmaßstab 1 : 100000, Höhenmaßstab 1 : 20000. Herstellung und Verlag von O. Brauer, Iserlohn.
10. Machatschek, F. Geomorphologie. A. N. u. G. Bd. 627. Leipzig und Berlin 1919.
11. Meyer, H. L. F. Verwitterungslagerstätten. Zeitschr. f. prakt. Geologie. 24. Jahrg. Berlin 1916. S. 127—136.
12. Mordziol, C. Ein Beweis für die Antezedenz des Rheindurchbruchtales. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin 1910. S. 77—92, 159—173.
13. Oestreich, K. Studien über die Oberflächengestalt des Rheinischen Schiefergebirges. Petermanns Mitteilungen. Gotha. 54. Bd. 1908. S. 73—78. 55. Bd. 1909. S. 57—62.
14. Sölch, J. Ungleichseitige Flußgebiete und Talquerschnitte. Petermanns Mitteilungen. 64. Jahrg. Gotha 1918. S. 203—210, 249—255.



Morphologische Skizze des Sauerlandes (1:900 000).



Betrachtungen über den Aufbau des Rheinischen Schiefergebirges unter besonderer Berücksichtigung eines den Hunsrück und den Westerwald spieß-winkelig querenden Gebirgsstreifens sowie der darin auftretenden Erzlagerstätten.

Von

Heinrich Vogel,
Bonn.

Mit Tafel III.

I. Der Gebirgsaufbau.

Das heutige Rheinische Schiefergebirge.

Die Beschäftigung mit den Erzlagerstätten des Rheinischen Schiefergebirges und zumal mit den Aufschlüssen im Hunsrück, Taunus und Westerwald gab dem Verfasser Veranlassung, den Gängen und den Verwerfungsklüften und damit dem gesamten Spaltensystem nähere Aufmerksamkeit zu schenken. Dies führte zu der Erkenntnis, daß die Erzgänge sich häufiger, wie bisher wohl angenommen, in der Richtung des Gebirgsstreichens aneinander ordnen, also streichend verlaufende Gangzüge bilden. Die Richtung der einzelnen Erzmittel, die den Gangzug zusammensetzen, kann dabei ganz ver

schiedenartig sein. Derartige Gangzüge waren seit langer Zeit in dem Gebiete des ehemaligen Herzogtums Nassau zwischen Lahn und Rhein bekannt. Bauer hat in Karstens Archiv schon 1841 und Wenkenbach in dem Jahrbuch des Vereins für Naturkunde im Herzogtum Nassau 1861 darüber berichtet; in anderen Gebieten des Rheinischen Schiefergebirges sind ähnliche Beobachtungen bisher seltener gewesen.

Wenn diese Gangzüge dem Streichen des Gebirges folgen, müssen sie mit dem Gebirgsaufbau in engem Zusammenhang stehen und dieser Umstand ermuntert dazu, den Gebirgsaufbau des Gebietes näheren Betrachtungen zu unterwerfen. Die nachfolgenden Ausführungen werden sich vorzugsweise mit ihm befassen; wie die verschiedenen Erzlagerstätten sich einfügen, wird im Anschluß daran erörtert werden.

Der sichtbare Aufbau des Rheinischen Schiefergebirges wird fast ausschließlich von Gesteinen devonischen Alters gebildet; nur in untergeordneterem Maße nehmen ältere und jüngere Gebirgsglieder hieran Teil. Die Schichten sind stark gefaltet, die Sättel und Mulden oft von Südost nach Nordwest überkippt sowie zu Horsten und Gräben verzerrt, was meist in Form von Überschiebungen in Erscheinung tritt. Hierdurch entstehen ausgedehnte Faltenzüge von einseitigem Bau, die beim Auftreten mehrerer Überschiebungen hintereinander den Eindruck der Schuppenstruktur erwecken. Druckwirkungen, die sich bei Tonschiefern in Form der Schieferung und bei festen Grauwacken- oder ähnlichen Gesteinsbänken als Klüftung äußern, treten hinzu und verwirren das Bild. Nur ein Wechsel von einander abstechender Gebirgsschichten, wie er in der Dill- und Lahngegend vorkommt, verrät jetzt noch deutlich die Abgrenzung der einzelnen Gebirgsglieder; wo diese einander ähnlich sind, wie die Schiefer der oberen Koblenzstufe, des Mitteldevons und des Kulms, ist die Unterscheidung beim Fehlen von Versteinerungen oft sehr schwierig oder wird fast unmöglich.

Erschwert wird die Beobachtung endlich noch durch beträchtliche Massen von Gesteinsschutt, die in zahlreichen Fällen das Gehänge bedecken; scheinbar können sie ganze Berge bilden und durchaus den Eindruck erwecken, als ob sie an Ort und Stelle gewachsen seien. Insbesondere treten solche Erscheinungen in denjenigen Tälern auf, die im Streichen der Schichten verlaufen und die wohl oft mit Schuttmassen gefüllt gewesen und dann durch das fließende Wasser immer wieder ausgeräumt worden sind. Bisweilen findet man an den Gehängen derartig verlaufender Täler Schichten mit umgekehrtem Einfallen, wie dem erwarteten. In diesen Fällen brauchen keine Gegenflügel vorzuliegen, vielmehr können die aus steilgestellten Schichten gebildeten Gehänge fächerartig in sich zusammengesunken sein, wobei die äußeren Schichten Platz machen mußten und zurückgekippt wurden.

Die geschilderten Gebirgsschichten streichen von Südwesten nach Nordosten und zwar überwiegend in Stunde $2^1/_2$—3 oder in Stunde 4—$4^1/_2$. Sie gehören nach der herrschenden Auffassung dem variskischen Gebirgsbogen an und sind die Reste eines weit abgetragenen Faltengebirges.

Das so in Erscheinung tretende Gebirge ist nicht das erste in der Gegend gewesen; es hatte vielmehr Vorläufer. Nach Th. Wegener stammt das Material zu den Devonschichten, soweit es nicht vulkanischen Ursprunges und direkt dem Erdinnern entstiegen ist, von einem alten Festlande her, das im Norden des heutigen Rheinischen Schiefergebirges lag und während der Devonzeit der Erosion unterworfen war. Einem älteren orogenetischen Vorgange verdankt dieses alte Festland seine Entstehung; epirogenetisch wurden später die in der Devonzeit abgelagerten Schichten von der Festlandbildung erfaßt, bis endlich neue orogenetische Einflüsse die Faltengebirge hervorriefen, deren Reste in dem heutigen Rheinischen Schiefergebirge in Erscheinung treten. Auf der linken Rheinseite bilden sie Hunsrück, Eifel und Hohes Venn, auf

der rechten Rheinseite Taunus und Westerwald sowie die Gebirgszüge des Bergischen Landes und des Sauerlandes; in ihren größten Erhebungen weisen diese Ketten noch Höhen von nahezu 1000 m auf.

Die älteste Faltung.

Über die Anfänge kann man heute nur Vermutungen äußern. Die leichtesten und zugleich schwer schmelzbarsten Teile der Erdrinde mußten am Äquator erstarren und infolge des Nachschubes, der sich durch die Zusammenziehung des Elipsoides zu einem mehr kugelförmigen Erdkörper ergab, nach den Polen zu abwandern. So entstand ein Druck in meridionaler Richtung und zwar auf der nördlichen Halbkugel ein überschiebend wirkender Druck von Süden nach Norden und ein unterschiebend wirkender Gegendruck von Norden nach Süden. An den Polen erkalteten die flüssigen Massen zuletzt; dort erstarrten Massen, die weniger feuerfest und dabei schwerer, also metallreicher waren, wie am Äquator und es ist wohl kein Zufall, wenn in den massigen Gesteinen der nördlichen Regionen Erzausscheidungen häufiger sind.

Wegen der zunehmenden Formveränderungen der Erde und an manchen Stellen entstehender Massenanhäufungen mußten die Verhältnisse sich bald vielseitiger gestalten. Dabei haben sich bestimmte Druckverhältnisse anscheinend seit den ältesten Zeiten eingestellt und in Übereinstimmung hiermit nimmt Deeke ein bei der ersten Erstarrung des Erdkörpers herausgebildetes, bis zu großer Tiefe hinabreichendes Kontraktions- oder Spaltensystem an, das sich bei allen späteren Dislokationen fühlbar gemacht hat und es jetzt noch tut, während nach E. Süss in Europa die faltende Kraft schon in vorpaläozoischer Zeit vom Ende des Archaikums an immer in der nämlichen Richtung von Süden nach Norden gewirkt hat. Bei dem ältesten Gebirge ist demgemäß ein ostwestliches Streichen vorauszusetzen und es

müssen bei ihm äquatorial verlaufende streichende Gebirgsstörungen und meridional gerichtete Querspalten angenommen werden. Vorgänge in dem jüngeren Gebirgsaufbau, die sich ungezwungen nur durch erneute Verschiebungen auf älteren Klüften im Untergrunde erklären lassen, sprechen dafür. Ob ein in Ostwestrichtung verlaufendes Streichen auch bei den Gebirgszügen vorauszusetzen ist, deren Erosion zu den Devonschichten des heutigen Gebirgsrumpfes nach Th. Wegener das Material geliefert hat, oder ob dieses bereits von einem jüngeren Gebirge kaledonischen Alters herrührt, entzieht sich noch der Beurteilung. Bis auf leise Andeutungen sind die Spuren dieses ältesten Gebirges verwischt worden; wie groß die Erhebungen waren, die es aufzuweisen hatte, ist deshalb nicht festzustellen.

Welche Gebirgsglieder der vordevonischen Formationen im Untergrunde des rheinischen Gebirges liegen, also nicht oder wenig in Erscheinung treten, läßt sich nur aus Andeutungen beurteilen. Granit kommt mit in Betracht; die Erdoberfläche erreicht er aber, soweit dies bis jetzt bekannt ist, nur an zwei Stellen, bei Lammersdorf oben auf dem Hohen Venn sowie am Herzogenhügel im Hilltal an der belgischen Grenze. Daß daneben im Untergrund der Eifel und des Siebengebirges auch Diorit, Gabbro und kontaktmetamorphische Gesteine auftreten, verraten zahlreiche Einschlüsse in den Tuffen und Laven der rheinischen Vulkane. Ferner beweisen die Aufbrüche von silurischen Schichten in der Hörre bei Herborn und unweit Großlinden bei Gießen sowie die Heraushebung kambrischer Schichten im Hohen Venn einerseits und am Südostrande des Rheinischen Schiefergebirges andererseits, daß das in der Tiefe liegende Urgebirge von den Sedimenten der ältestesten Formationen bedeckt wird.

Die prävariskische Faltung.

Der zu vermutenden ältesten Faltung folgte ein weiterer Vorläufer des jetzigen variskischen Gebirges, der

viel deutlichere Spuren hinterlassen hat; in dem Streichen verschiedener devonischer Gebirgsteile und der darin auftretenden, entsprechend gerichteten Längs- und Querspalten treten diese in Erscheinung. Auf ganzen Blättern der geologischen Landesaufnahme zeigen die Schichten einen Verlauf in Stunde 3, bisweilen mit Abweichungen nach Stunde 2; beispielsweise auf den Blättern Dillenburg, Oberscheld, Ems, Koblenz, Morbach, Sohren, Hottenbach, Hermeskeil und Saarburg. Auf anderen Blättern, wie Braunfels, Rüdesheim, Caub, Bernkastel und Pfalzel streichen sie in Stunde 4—4$^1/_2$ und auf noch anderen Blättern läßt sich feststellen, daß Schichten, die in Stunde 3 verlaufen, mit Schichten abwechseln, die in Stunde 4—4$^1/_2$ gerichtet sind. In dieser Hinsicht sei auf die Blätter St. Goarshausen, Dachsenhausen und Schaumburg hingewiesen sowie auf die von Fuchs bearbeitete Karte des Lorleygebietes. Wer mit dem Kompaß das Gelände durchwandert, kann oft feststellen, daß steiler gestellte Schichten in Stunde 2$^1/_2$—3 und flacher gelagerte etwa in Stunde 4—4$^1/_2$ verlaufen. Trotz der geringen Abweichungen im Gebirgsstreichen hat man es mit zwei verschiedenen Druckwirkungen und Gebirgsbildungen zu tun.

Der Streichrichtung in Stunde 4 entspricht ein Druck aus Stunde 10. Sie ist parallel zu dem Verlauf der Sättel und Mulden im Steinkohlengebirge an der Ruhr und auch parallel dem Streichen der Fettkohlenflöze im Saarrevier von Dudweiler bis Neunkirchen. Der orogenetische Vorgang, auf dem diese Gebirgsbildung beruht, hat während der Ablagerung der Steinkohlenformation eingesetzt und gegen Schluß der Steinkohlenzeit sowie in der Zeit des Rotliegenden durch den spätkarbonischen und postkarbonischen Faltenschub seinen Höhepunkt erreicht.

Die Aufrichtung in Stunde 3 ist nur an älteren Schichten, an Schichten silurischen, altdevonischen und, wie später dargetan wird, in der Dillmulde auch an Schichten kulmischen Alters bemerkbar; sie ist die ältere. Zwischen dem variskischen Gebirge und dem oben behandelten älte-

sten Gebirge ist demnach eine Zwischenbildlung festzustellen und zwar ein in Stunde 3 sich hinziehendes Gebirge, das als Vorläufer des variskischen Gebirges betrachtet werden und zur Unterscheidung gegen dieses als prävariskisches Gebirge bezeichnet werden kann. Die steil aufgerichteten Schichten dieses Gebirges bilden häufig die Höhen der heutigen Gebirgsketten. Parallel dazu streichen Züge von Erzgängen, wie beispielsweise der Holzappeler Gangzug oder auch Züge von Gesteinsgängen, wie die weißen, aus zersetztem Diabas bestehenden Gesteinsgänge der Rhein- und Lahngegend. Wo die Höhen unterbrochen sind, läßt der Verlauf dieser Gangzüge die Richtung der Falten des prävariskischen Gebirges erkennen. Seinen Kamm scheint dieses Gebirge in einer Längsachse zu erreichen, die zunächst von der Saar über den Schwarzwälder Hochwald und den Idarwald nach Heinzenbach im Hunsrück verläuft. Von dort führen parallel gerichtete, ungefähr im Streichen der Gebirgsschichten liegende Erzgänge und weiße Gesteinsgänge über Biebern, Alterkülz, Laubach, Norath, Werlau und das Gebiet zwischen Rhein und Lahn hinweg nach Holzappel, wo die nördlichst auftretenden Hunsrückschiefer an Koblenzschichten grenzen. Weiter in gleicher Richtung fortschreitend, kommt man über Greifenstein zu der Silurscholle der Hörre bei Herborn und nach den Feststellungen von Denckmann über den Kellerwald bis an die Hessische Senke. Wollte man die Linie darüber hinaus verlängern, so würde man auf den Harz und hier etwa auf das Silur und Hercyn stoßen, die dem Granitmassiv des Brockens vorgelagert sind und den oberharzer Grünsteinzug bei Lerbach von dem Massenkalke bei Elbingerode trennen. Es ergibt sich hieraus ein Gebirgsverlauf, der von dem variskischen Streichen deutlich abweicht.

Die beschriebene Linie trennt überall die südöstlich anstehenden älteren von den nach Nordwesten angrenzenden jüngeren Schichten. Dabei sind die ersteren auf die

letzteren aufgeschoben und bilden deshalb, soweit sie widerstandsfähig und der Erosion weniger unterworfen waren, die Höhen in der Landschaft. So sind im Schwarzwälder Hoch- und im Idarwald die älteren Taunusquarzite in nordwestlicher Richtung auf die jüngeren Hunsrückschiefer geschoben. Bei Holzappel grenzen Hunsrückschiefer an Schichten der Koblenzstufe. In der Hörre sind Schichten silurischen Alters durch devonische Schichten aufgebrochen und auch im Oberharz bedeutet die bezeichnete Linie die Grenze zwischen den südöstlich anstehenden silurischen und altdevonischen Schichten und dem im Nordwesten anstoßenden oberharzer Grünsteinzuge.

Auf die Ähnlichkeit der nassauischen Verhältnisse mit denen des Harzes ist oft hingewiesen worden, zumal von den Geologen, die mit der Kartierung des Lahngebietes in der letzten Zeit betraut gewesen sind. So kommen nach Ahlburg in der Nachbarschaft des breiten Quarzitzuges vom Wollenberg nordwestlich Marburg silurische Gesteine in größerer Verbreitung zu Tage, daneben aber auch das von Hermann beschriebene Hercyn, das älteste, mit typischen Transgresionserscheinungen einsetzende Devon des Hörrezuges, das bemerkenswerter Weise böhmische Facies aufweist [1]). Den Nordwestrand des Horstzuges begleitet ferner jene eigentümliche devonische Cephalopodenfacies, die nahezu das ganze Mitteldevon und Oberdevon in lückenloser Schichtenfolge bei einer eigenen Mächtigkeit von nur 10—25 m umschließt. Alle bisher bekannten

1) Der Vollständigkeit wegen sei darauf hingewiesen, daß altpaläozoische Gesteine, die an die Hörre und den Oberharz erinnern, in der Nähe von Magdeburg bei Gommern und Plötzky sporadisch zu Tage treten. Ob sie als der östlichste Ausläufer des prävariskischen Gebirges anzusprechen sein würden oder wie sonst ihr Auftreten an dieser Stelle zu erklären wäre, dürfte über den Rahmen der vorliegenden Niederschrift hinausgehen und muß deshalb hier unerörtert bleiben.

Vorkommen bei Ballersbach und Bicken in der Dillmulde, bei Wildungen am Kellerwald sowie im Okertal der Harzes sind nach Ahlburg hart an den Nordwestrand des Silurzuges gebunden. In den beiderseits anschließenden Mulden sind dagegen die Faunenhorizonte auseinander gezogen in einer Sedimentfolge von vielen hundert, ja über 1000 m Mächtigkeit. Ahlburg schließt daraus, daß die Bickener Kalkfacies am Rande eines Horstzuges zur Ablagerung kam, die Sedimente zu beiden Seiten dieses Horstes aber in zwei ihn begleitenden und während der jüngeren Devonzeit sich ständig vertiefenden Grabengebieten.

Endlich muß auch noch auf die Unterschiede hingewiesen werden, die zwischen dem Aufbau der Dill- und der Lahnmulde bestehen. Im Lahngebiet, das dem später einsetzenden, vom Taunus herkommenden variskischen Druck ausgesetzt war, herrschen die von Kayser beschriebenen, aber von Ahlburg erst als Decken im Sinne der Alpengeologie erkannten großen flachen Überschiebungen vor; in der Dillmulde, die unter dem Schutze des Horstes der Hörre stand, besteht dagegen ein nahezu isoklinaler Faltenbau mit steilem Südosteinfallen wie bei dem oberharzer Grünsteinzuge. Der Aufbau des zur Erörterung stehenden prävariskischen Streifens ist also im Oberharz ähnlich wie in der Dillmulde. Die Verfolgung und Vergleichung der darin auftretenden Erzgänge wäre aber, wie vorausgeschickt werden möge, verfrüht, schon aus dem Grunde, weil das verbindende Gebirgsglied, der Kellerwald, bergmännisch nicht genügend erschlossen ist.

Dem beschriebenen horstartigen Höhenzuge reihen sich beiderseits weitere Sattelzüge oder Horste an, die ähnliche Merkmale tragen. Auf der linken Rheinseite folgt im Südosten ein Horst, der in den Höhen des Soonwaldes hervortritt und sich nach dem Rhein zu verfolgen läßt. Im Nordwesten macht sich dort in dem Osburger Hochwald eine gleichartige Erhebung bemerkbar. Im Bereiche des westlichen Hunsrückgebietes scheint dem-

nach das prävariskische Gebirge drei Sattelzüge aufzuweisen.

In der Dill- und oberen Lahngegend folgt dem Silurhorst der Hörre nach Südosten zunächst die Heraushebung der silurischen Schichten, die Steuer bei Großlinden unweit Gießen nachgewiesen hat. Der in der Querrichtung weiter südöstlich auftretende Taunusquarzit bei Friedberg, der sich anscheinend bis zum Rheingaugebirge verfolgen läßt, dort aber in der Einsenkung des Mainzer Beckens verschwindet, tritt in den Hunsrück nicht mehr über.

Nach Nordwesten folgt dagegen der Sattelhorst, der die Dillmulde in der jenseitigen Richtung begrenzt. Hier bildet die Höhe bei Würgendorf die Wasserscheide zwischen Dill und Heller, also zwischen Lahn- und Sieggebiet; ihre Fortsetzung findet sie in der Kalteiche und in der Haincher Höhe. Die von E. Kayser in den Erläuterungen zu Blatt Dillenburg profilarisch dargestellte Höhe der Struth erscheint als ein Vorläufer dieses Horstes, der als Horst der Kalteiche bezeichnet werden möge. Die Zahl der vergleichbaren Sattellinien dürfte also im Hunsrück einerseits und im Dill- und Lahngebiet andererseits in Übereinstimmung sein. Es liegt deshalb nahe, sie in Verbindung zu bringen. Tut man dies, so kommt man zunächst zu der Annahme eines Gebirges, das aus drei parallel verlaufenden Sattelzügen bestanden hat, mit zwischengelagerten, ursprünglich breiten und flachen Mulden. Im Rheintal scheinen die Stellen mit starker Schichtenaufrichtung diese Sattelzüge zu bestätigen. Auf der Karte (Tafel III) sind die Verhältnisse durch Eintragung auffallender prävariskischer und variskischer Linien und des Verlaufes der weiter unten besprochenen Hauptgangzüge schematisch dargestellt. So gradlinig, wie es danach den Anschein haben könnte, verlaufen indessen diese Erscheinungen auf der großen Erstreckung von der Saar bis zur Hessischen Senke selbstverständlich nicht.

Am deutlichsten tritt der prävariskische Gebirgs-

aufbau in der Dillmulde hervor, die, wie bereits erwähnt, von zwei Horsten und zwar im Nordwesten durch den aus unterdevonischen Gesteinen gebildeten Horst der Kalteiche und im Südosten von dem durch silurische Beimengungen gebildeten Horst der Hörre seitlich begrenzt wird. Durch staffelförmige Einsenkungen nach der Mitte hin nimmt die Mulde einen grabenartigen Charakter an. Zunächst schließen sich den Horsten beiderseits zwei schmale Zonen an, die neben Fetzen älterer und jüngerer Gebirgsglieder in der Hauptsache mittel- und oberdevonische Gesteine aufweisen, insbesondere Schalsteine und Cypridinenschiefer; Diabus tritt nur in Streifen dazwischen auf. Die Mitte der Mulde wird von einem breiteren Band ausgefüllt, das fast ausschließlich aus Deckdiabas mit eingefalteten Kulmschichten besteht. Durch das verschiedenartige Aussehen der an dem Gebirgsbau beteiligten Schichten tritt dieser scharf hervor.

Der gleiche Aufbau, wie im Nassauischen — Dillmulde und Lahnmulde — muß im Hunsrück angenommen werden, wenn er auch wegen der großen Mächtigkeit und Ähnlichkeit der hier auftretenden Gebirgsglieder nicht erkennbar ist.

Die Massen, die heute in den drei Sattelzügen und den dazwischen liegenden Mulden aufgehäuft sind, bedeckten ehedem ein weit breiteres Gebiet. Bei der später einsetzenden variskischen Gebirgsbewegung sind die Sättel nicht nur einander näher gebracht, sondern auch mit den dazwischen liegenden Mulden in verstärktem Maße zu Horsten und Gräben verzerrt worden. Streichende, in Stunde 3 verlaufende Gebirgsstörungen stehen mit der Aufrichtung des prävariskischen Gebirges in engem Zusammenhang, ebenso Querspalten dazu in Stunde 9. Wie weit dieses über den bezeichneten Landstreifen hinaus in die Breite ging, muß vorläufig dahingestellt bleiben.

Nach Nordwesten schließt sich der Heraushebung der Kalteiche unmittelbar der Gebirgsstreifen an, in dem der Erzbergbau des Siegerlandes sich vollzieht. Daß er prävariskisch verläuft, lehrt ein Blick auf die auch von

Bornhardt in seinem Werk über die Gangverhältnisse des Siegerlandes wiedergegebene Karte der nutzbaren Lagerstätten Deutschlands und auf die Karte, die Denckmann seinen neuen Beobachtungen über den Aufbau der Spateisensteingänge beigegeben hat. In ihrer Gesamtheit bildet die unterdevonische Zone, die die Faltenzüge und die Erzgänge des Siegerlandes umfaßt, eine ursprünglich sattelförmige und später durch Überschiebungen verzerrte Heraushebung; nach Nordosten taucht sie unter Schichten mitteldevonischen Alters unter, denen sich beiderseits Reste oberdevonischer Schichten und Schichten kulmischen Alters anlehnen. Die Mittelaxe dieser Heraushebung kann etwa von Siegen bis Stadtberge gezogen werden, weshalb sie von den Bearbeitern der amtlichen Bergrevierbeschreibungen als Siegen-Stadtberger Sattel aufgefaßt wurde. Nach der Dechenschen geologischen Übersichtskarte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen erstreckt sich diese Zone in der Breite von Haiger im Dillkreis bis Olpe in Westfalen und quert etwa zwischen Coblenz und Linz den Rhein. In ihrer südwestlichen Fortsetzung liegen die Schichten der Trias, die zwischen Wittlich und Birresborn einsetzen und zwischen Igel und Vianden ins Luxemburgische übertreten. Anscheinend ist das Auftreten der Trias in diesem Streifen auf Nachwirkungen der prävariskischen Faltung in Gestalt von Senkungen während der mesozoischen Zeit zurückzuführen.

Weiter nach Nordwesten zu würden die Gräben und Horste, die den nördlichen Teil der Eifel zusammensetzen, auf die Zugehörigkeit zum prävariskischen Gebirge zu untersuchen sein.

Wahrscheinlich hat die Faltung mit der wachsenden Entfernung von dem oben bezeichneten Kamm des Gebirges an Stärke abgenommen und damit auch der Widerstand gegen den später einsetzenden variskischen Druck. Die Schichten der übrigen, und insbesondere der entfernteren Mulden, waren deshalb noch weiter faltbar und nahmen aus diesem Grunde das Streichen des variskischen

Gebirges, also die Richtung der Sättel und Mulden des Steinkohlengebirges mehr oder weniger an. Nur stark herausgehobene Sattelteile widerstanden der jüngeren Einwirkung besser und dadurch erklärt es sich sich, daß das Schichtenstreichen in diesen Gebieten bisweilen wechselt. Dies gilt auch von den Schichten des Siegerlandes, deren Streichen durch den variskischen Druck bereits erheblich beeinflußt ist und deshalb von dem der Dillmulde abweicht.

Südöstlich von dem Kamm des prävariskischen Gebirges — Hochwald, Idarwald, Hörre und Kellerwald — und der ihn begleitenden Lahnmulde folgen mehrere Sattelzüge mit zwischenliegenden Mulden, die den Taunus zusammensetzen; sie sind von dem jüngeren variskischen Druck stark beeinflußt, indem das Gebirgsstreichen dort fast überall mit der Richtung der Sättel und Mulden des Steinkohlengebirges übereinstimmt. Die Widerstandskraft der prävariskischen Faltung muß hier geringer gewesen sein.

Im Nordosten des besprochenen Gebietes scheint das prävariskische Gebirge seinen Höhepunkt erreicht, nach Südwesten zu aber abgenommen zu haben; in einer schmalen Zone, die in der Fortsetzung des Idarwaldes und Schwarzwälder Hochwaldes liegt, ist indessen der prävariskische Charakter bis an die Saar und darüber hinaus erhalten geblieben, wie dies insbesondere der Verlauf der Diabaszüge auf Blatt Saarburg dartut.

Die Anfänge des prävariskischen Gebirges dürften spätestens in die Zeit der Koblenzschichten hineinfallen, da in der Dillgegend die Wissenbacher Schiefer und die Oberkoblenzschichten sich in steiler prävariskischer Stellung befinden; wahrscheinlich sind sie aber in einer sehr viel älteren Zeit zu suchen. Das Ende dieser Faltung muß mit dem Schluß der Kulmzeit zusammenfallen, weil die Kulmschiefer der Dillmulde mit eingefaltet sind, während die dem oberen Karbon angehörige Gießener Grauwacke diese Faltung nicht mehr mitgemacht hat.

Von Ahlburg ist bereits früher darauf hingewiesen worden, daß die variskische Faltung nicht einheitlich verlaufen ist, sondern in verschiedenen Phasen und daß unter diesen innerhalb des Lahngebietes neben der postkulmischen eine Faltung besondere Bedeutung besitzt, die sich zwischen dem unteren und mittleren Devon vollzogen hat. Später erblickte er in dem Hörre-Zug und dem anschliessenden Hessischen Schiefergebirge den Rest eines alten vordevonischen Gebirges und ließ es dahin gestellt, ob dieses nicht etwa kaledonischen Alters sei. In diesem Falle könnte die Faltung gleichbedeutend sein mit der präsideritischen Faltung, die Denckmann im Siegerlande festgestellt und Bornhardt schon vorher vermutet hat.

Gegen die Annahme eines kaledonischen, also vordevonischen Alters spräche der Umstand, daß die Gebirgsstörung, durch die die Hörre hervorgerufen wurde, in ihrer südwestlichen Fortsetzung sich nur in devonischen Schichten bemerkbar gemacht hat und deshalb nicht lediglich vordevonischen Alters sein kann. Andererseits wäre es denkbar, daß die kaledonische Faltung in diesem Gebiete länger angedauert hätte, wie in dem schottischen Gebirge, wo sie im Silur auftritt. Die Zeit zwischen dem ältesten und dem variskischen Gebirge würde dann durch die kaledonische Faltung ausgefüllt. Für den Zweck der vorliegenden Niederschrift genügt es indessen, den Gebirgsaufbau in dem besprochenen Gebiet als prävariskisch zu bezeichnen.

Die Wirkung dieses Gebirgsaufbaues hat nicht lediglich in einer Heraushebung bestanden, vielmehr sind auch Einsenkungen vorgekommen. In dieser Hinsicht sei auf die Tatsache hingewiesen, daß während der Zeit des Oberdevons und des Kulms, wie bereits angedeutet, beiderseits der Hörre die Dill- und Lahnmulde allmählich nach der Mitte zu erst eingesunken und später staffelförmig eingebrochen sind und daß anscheinend auch der trennende Horst von dieser Abwärtsbewegung nicht ganz unberührt geblieben ist. Die letzten Wirkungen des prävariskischen Druckes hätten dann darin bestanden, die während des

Absinkens in den Mulden abgelagerten Schichten noch mit einzufalten; auf dem in der Kulmzeit nicht mehr weiter faltbaren Horst der Hörre verblieben dagegen die Kulmschichten in nahezu horizontaler und völlig ungestörter Lage, in der sie sich auch jetzt noch befinden.

Ausgeschlossen ist es nicht, daß die Faltungserscheinungen in der Kulmzeit schon die ersten Ankündigungen des variskischen Druckes bedeuten; die Richtung der Falten im Kulm der Dillmulde wäre dann aber dem nachwirkenden Einfluß der widerstandsfähigen prävariskischen Grenzhorste, die durch den abweichenden, spießwinkelig einsetzenden variskischen Druck wohl weiter zusammengeschoben, in ihrer Richtung aber nicht mehr wesentlich abgelenkt werden konnten, gleichwohl unterworfen gewesen.

Die variskische Faltung.

Nach Bildung dieses prävariskischen Gebirges trat eine Zeit verhältnismäßiger Ruhe in der Gebirgsbildung ein, die sich schon in der Kulmzeit ankündigte, eine Zeit, in der im Südosten und Nordwesten des jungen Gebirges das Vorgelände langsam und gleichmäßig in die Tiefe sank und die entstehenden Schichten der Steinkohlenformation, die Konglomerate, Sandsteine, Tonschiefer und Steinkohlenflöze allmählich neue Landesteile vorbereiteten. Erst in der jüngeren Steinkohlenzeit setzten wieder größere orogenetische Vorgänge ein, die in der Zeit des Rotliegenden ihren Höhepunkt erreichten und durch den gewaltigen jung- und postkarbonischen Faltenschub den variskischen Gebirgsbogen und mit ihm das Gebirge hervorbrachten, dessen Reste heute als Rheinisches Schiefergebirge bezeichnet werden.

Im Nordwesten und Südosten enstanden die Steinkohlenmulden, die abweichend von der Richtung der prävariskischen Linien etwa in Stunde 4 verlaufen. Parallelerscheinungen dieser Steinkohlenmulden sind die Sättel

und Mulden zwischen dem Steinkohlengebirge an der Ruhr und dem prävariskischen Gebirge; sie können auch als Vorläufer der Steinkohlenmulden entstanden sein und es ist nicht ausgeschlossen, daß stellenweise ältere Schichten der Steinkohlenformation noch mit eingefaltet waren und bei der späteren Heraushebung des Gebirges der gänzlichen Erosion verfielen. Hinsichtlich dieser Parallelzüge unterscheidet Th. Wegener im Anschluß an den Devon- und Karbonsaum des nördlichen Sauerlandes den Remscheid-Altena-Arnsberger Sattel mit dem auf dessen Nordseite liegenden Hasper Specialsattel. Ihm folgen nach Südsüdosten fortschreitend die Lüdenscheid-Asselner Mulde, der Ebbesattel und die Attendorn-Elsper Doppelmulde.

Weiter südsüdöstlich liegt eine gewaltige Gebirgsstörung vor, durch die das gesamte ältere Unterdevon über das Mitteldevon nach Nordnordwesten geschoben wurde, eine Erscheinung, die Denckmann von Siegburg bis zur Lenne verfolgt hat. Südsüdöstlich dieser Überschiebung liegen die verschiedenen Glieder der Siegener Schichten, nordnordwestlich davon überwiegend mitteldevonische Lenneschiefer. Während die oben bezeichneten Vorläufer der Steinkohlenmulden dasselbe Streichen zeigen wie diese, weichen die überschobenen unterdevonischen Schichten oft davon ab. Anscheinend verlaufen sie zum Teil in der prävariskischen Richtung, ebenso wie die in ihrer Fortsetzung liegenden Schichten der Eifel und die südöstliche Grenze zwischen Devon und Kambrium im Hohen Venn. Die völlige Heraushebung des Kambriums erfolgte dagegen dort erst in variskischer Zeit durch einen gewaltigen Schub von Südsüdosten und einen Gegendruck in umgekehrter Richtung, wobei das Kambrium weit herausgewalzt und überschoben, das Steinkohlengebirge aber nebst den nächst älteren Formationsgliedern untergewalzt und unterschoben wurde. Es erinnert dies an die Deckenbildung in den Alpen und man könnte deshalb in dieser Überschiebung die Anfänge einen variskischen Decke erblicken. Rechts des Rheines wäre die Erscheinung die

gleiche, aber schwächer, indem hier das Unterdevon auf Kulm und Mitteldevon geschoben ist. Ob etwa die Steinkohlendoppelmulde bei Aachen — Indé- und Wurmbecken — dann als eine Parallelerscheinung zur Attendorn-Elsper Doppelmulde zu betrachten wäre, bliebe noch zu untersuchen.

Am Südsüdostrande des Rheinischen Schiefergebirges können ähnliche Verhältnisse vorliegen. Taunus, Rheingaugebirge, Soonwald, Idarwald und Hochwald bilden in ihrer Gesamtheit eine variskische Heraushebung von Taunusquarziten und älteren Gebirgsgliedern. Anscheinend handelt es sich um eine Reihe parallel gerichteter sattelförmiger Erhebungen, die aneinander geschoben sind, indem die Gesteine der zwischenliegenden Mulden herausgepreßt oder zermahlen wurden und bis auf Reste verschwanden. Wie weit indessen eine variskische Decke ausgebildet war und sich nach Nordnordwest erstreckt hat, läßt sich in Ermangelung genügender Anhaltspunkte nicht sicher beurteilen, jedenfalls sind aber die Feststellungen von Ahlburg in der östlichen Lahnmulde in dieser Hinsicht von großer Bedeutung.

Der südsüdöstliche Druck, der die Steinkohlenschichten im Ruhr- und Saarbezirk gefaltet und die großen Überschiebungen hervorgerufen hat, kann auf das dazwischenliegende Gebiet nicht ohne Einfluß geblieben sein. Dieses war aus prävariskischer Zeit her vorgefaltet. Die steilaufgerichteten Sättel widerstanden der weiteren Faltung in einer abweichenden Richtung [1]), die flachen Mulden

1) Ein Eingehen auf die Entstehung der Faltengebirge würde über den beschränkten Rahmen der vorliegenden Ausführungen hinausgehen, anderenfalls wäre darauf hinzuweisen, daß die Verhältnisse im Rheinischen Schiefergebirge an die Erscheinung erinnern, die Lorenz in seinen Beiträgen zur Geologie Ostasiens feststellt, wobei er die Bogenform der Faltengebirge als Torsionswirkung auffaßt und die Bogen dadurch erklärt, daß bei der Auffaltung ältere Falten unter schiefem Winkel getroffen wurden, während nach Süß alte

waren aber, wie bereits S. 42 hervorgehoben, noch faltbar; bei ihnen trat deshalb eine Nachfaltung in Stunde 4 ein, während die ältere Faltung in Stunde 3 verwischt wurde. Gleichzeitig verringerte sich der Zwischenraum zwischen den Sattelzügen erheblich. Wo eine Nachfaltung in Stunde 4 nicht mehr möglich war, beobachtet man beim Gangbergbau oft gleich oder ähnlich gerichtete Geschiebe, die die Erzmittel verworfen haben. Konnte aber der Gebirgsdruck durch die sich bildenden Geschiebe nicht mehr aufgenommen und beglichen werden, so kam es schließlich zu gewaltigen Auslösungen in Gestalt von Überschiebungen, die von den Bergleuten als Deckelkluft, Bank oder Flaches bezeichnet werden. Wie die Geschiebe auf den Gebirgsbau und die darin auftretenden Gangzüge eingewirkt haben, wird an dem Beispiel des Emser Hauptganges später erörtert werden.

Das variskische Gebirge ist einer raschen Erosion stufenweise verfallen. Gleichzeitig damit begann die Herausbildung seiner jetzigen Grenzen, indem sich das Vorgelände nach allen Seiten einsenkte. Zur Ostgrenze wurde die Hessische Senke, die das Rheinische Gebirge vom Harz trennt und die, der Richtung des Rheintalgrabens folgend, annähernd meridional verläuft. Anscheinend hat die Bildung dieser Senke schon in der Steinkohlenzeit, also während der Heraushebung des variskischen Gebirges, ihren Anfang genommen. So sinken die Schichten devonischen und unterkarbonischen Alters am Ostrande des Rheinischen Gebirges nach der Hessischen Senke zu ein und verschwinden schließlich unter den spätkarbonischen und mesozoischen Bildungen der letzteren. Dem variskischen Faltenschub scheinen die in der Senke allmählich untertauchenden Schichten nicht mehr in vollem Umfange unterworfen gewesen zu sein, denn die transgredierende ober-

---

starre, nicht mehr faltbare Massen neu entstehende Falten abzulenken und dadurch die Bogenform zu erzeugen vermögen.

karbonische Gießener Grauwacke, die mit dem flözleeren Sandstein des Ruhrbezirkes gleichalterig ist, liegt noch heute in flächenhafter Verbreitung auf älteren stark gefalteten Schichten devonischen und kulmischen Alters, also auf prävariskischem Untergrund. Eine spätere Heraushebung mit nachfolgender Abrasion ist an dieser Stelle nicht erfolgt, die alte postkulmische Abrasionsfläche vielmehr hier nahezu in ursprünglicher Form erhalten geblieben. Nach Norden zu vertiefte sich die Hessische Senke im Laufe der aufeinander folgenden geologischen Zeiten immer mehr, so daß in ihr auch Zechstein, Buntsandstein und Jura zur Ablagerung kommen konnten. Die Verbreitung des Buntsandsteins ist ganz allgemein. Reste von Muschelkalk finden sich nach dem Waldeckschen zu und Inseln von Jura bei Warburg und in dem bekannten Lauterbacher Graben am Nordabhang des Vogelsberges; ja der Verlauf des Eggegebirges, das in der Fortsetzung des westlichen Randes der Senke liegt, läßt in Anbetracht der dortigen Kreideschichten darauf schließen, daß nach dieser Richtung hin die Einsenkung auch in der Kreidezeit noch angedauert hat.

Relativ zum Rheinischen Schiefergebirge und zum Harz vertiefte sich die Hessische Senke zumal nach Norden zu immer mehr. Andererseits ist sie aber auch der allgemeinen Hebung des Gebietes unterworfen gewesen, wodurch ihr absolutes Einsinken vermindert, zum Teil nahezu beglichen oder zeitweise ganz unterbrochen wurde. So ist die produktive Steinkohlenformation in ihr nicht zur Ablagerung gekommen und auch die vorhandenen Gebirgsglieder scheinen verhältnismäßig schwach entwickelt zu sein, was bezüglich der Erreichbarkeit der im paläozoischen Gebirge darunter durchsetzenden Erzlagerstätten immerhin Beachtung verdient.

Das Absinken erfolgte an meridional gerichteten Klüften, die nicht nur auf das Gebiet der eigentlichen Senke beschränkt, sondern seitlich weit darüber hinaus verbreitet sind und auch dort Verwerfungen verursachten.

Der Bergbau hat deshalb derartigen Klüften seine Aufmerksamkeit zu schenken, welchem geologischen Zeitabschnitt sie auch angehören mögen.

Parallel der Hessischen Senke verläuft auf der linken Rheinseite, etwa zwischen Trier und Zülpich, eine viel schmalere Einsenkung ähnlicher Art, die die Rheinische Bucht zwischen Godesberg und Aachen mit dem mesozoischen Becken von Trier verbindet. In dieser Richtung treten in der Eifel innerhalb der unterdevonischen Schichten eine Anzahl mitteldevonischer Einlagerungen auf, die nach den geologischen Karten in Stunde 3—4 streichen, sich dabei aber meridional aneinander reihen. In gleicher Richtung finden sich Inseln von Buntsandstein und Muschelkalk und in der Nähe von Trier gesellen sich Keuper und Jura hinzu. Die niederrheinische Bucht ist in der Tertiärzeit entstanden, während die Bildung der Senke, die die Verbindung mit dem Becken von Trier darstellt, ebenso wie die der Hessischen Senke wahrscheinlich bis über die Jurazeit hinaus angedauert hat. Es liegt demnach eine Parallelerscheinung zur Hessischen Senke vor und es muß aus diesem Grunde der Bergbau auch im Bereich der Eifeler Senke bei meridional verlaufenden Klüften der verschiedensten Zeitalter die Verhältnisse auf die Möglichkeit eingetretener Gebirgsbewegungen prüfen.

Die Ursache für diese Einsenkungen, die sich in der Hauptsache in der Triaszeit vollzogen haben mögen, kann nur im Untergrunde gesucht werden; vermutlich liegt sie in dem Aufbau des ältesten Gebirges, dessen Falten annähernd äquatorial gerichtet sein und dessen Querspalten deshalb meridional verlaufen müssen. Derartige Querspalten sind aber, wie bereits angedeutet, nicht nur in der Nähe der beschriebenen Senken, sondern auch in den dazwischen stehen gebliebenen Horsten zu vermuten und so können auch auf die Bildung des Rheintales, das zwischen der Eifeler und der Hessischen Senke liegt und dessen Entstehung auf verschiedenen Ursachen beruht, meridional verlaufende Spalten teilweise von Einfluß gewesen sein.

Neben der Bildung der beschriebenen Senken vollzog sich das Absinken des Vorlandes des Rheinischen Schiefergebirges nach Nordnordwest sowohl, wie nach Südsüdost. Am Nordnordwestrand erfolgte in der ganzen Ausdehnung von Münster bis über Aachen hinaus, zumal in kretazischer Zeit, aber auch in den vorangegangenen und nachfolgenden geologischen Zeitaltern, ein ganz allmähliches Niedergehen der gefalteten Schichten des Steinkohlengebirges, was durch die zahlreichen Bergbauunternehmungen festgestellt worden ist. Nicht so allmählich, aber im Endergebnis gleich, war die Herausbildung des Südsüdwestrandes. Noch vor Schluß des paläozoischen Zeitalters entstand hier der große von der Saar bis zur Saale reichende Graben, der nach Lepsius während der alten Permzeit mit den abgetragenen Massen des ihn umgebenden Gebirges ausgefüllt wurde, bis mit dem weiteren Einsinken das Zechsteinmeer von Osten hereinbrach und allmählich vordrang. Wie die Bildung des Mainzer Beckens beweist, haben auch an dem Südsüdostrand die Gebirgsbewegungen bis in die Tertiärzeit und darüber hinaus angehalten und daraus ergibt sich, daß zwischen dem Nordnordwest- und dem Südsüdostrand des Rheinischen Gebirges auf den zahlreichen, annähernd gleichgerichteten streichenden Sprüngen des präváriskischen und des variskischen Gebirges durch alle geologischen Zeitalter hindurch Gebirgsbewegungen möglich waren und daß deshalb beim Bergbau damit zu rechnen ist.

Wie mit dem Gebirgsaufbau die Spalten an sich in engstem Zusammenhang stehen, so insbesondere auch die Spalten, die zu Erzgängen geworden sind. Das älteste Gebirge muß äquatorial verlaufende Längsspalten und meridional gerichtete Querspalten enthalten. An die Oberfläche tritt, wie einleitend gesagt, diese älteste Faltung nirgends, wohl aber können spätere Bewegungen auf den uralten Klüften dieses Gebirges in dem darüber befindlichen prävariskischen und variskischen Gebirge Klüfte von äquatorialer und meridionaler Richtung hervorgerufen und da-

mit zu entsprechend verlaufenden Erzgängen Veranlassung gegeben haben. Der prävariskischen Faltung dagegen müssen streichend verlaufende Gänge in Stunde 3 und Quergänge in Stunde 9 entsprechen, sowie der variskischen Faltung streichend verlaufende Gänge in Stunde 4 und Quergänge in Stunde 10; selbstverständlich ist hierbei mit Abweichungen von der Regel in großem Umfange stets zu rechnen. In gegebenen Fällen wird deshalb jedesmal festzustellen sein, wie die Verhältnisse tatsächlich liegen.

II.

Die Lagerstätten.

Die Blei-, Zink- und Kupfererz führenden Gangzüge im unteren Lahngebiet sowie zwischen Lahn und Rhein.

Im Ansschluß an die obigen Erörterungen mögen einige Betrachtungen darüber angestellt werden, wie die Erzlagerstätten sich dem Gebirgsaufbau einfügen. Da die vorliegende Niederschrift sich hauptsächlich mit dem Hunsrück und den im Fortstreichen seiner Schichten auftretenden Gebirgsteilen befassen soll, sei dabei ein Gebirgsstreifen herausgegriffen, der sowohl im Hunsrück, wie auch in der nordöstlichen Forterstreckung, deutlich erkennbar ist. Als solcher sei der Streifen gewählt, der sich nach Nordwesten unmittelbar an den oben beschriebenen Kamm des prävariskischen Gebirges anlehnt. Ihm gehören auf der rechten Rheinseite die Erzgänge zwischen Rhein und Lahn an, die Wenkenbach im Jahre 1861 beschriebenen hat. Er unterscheidet dort 7 Gangzüge, die im wesentlichen Zink- und Bleierze neben mehr oder weniger Spateisenstein und zurücktretendem Kupferkies führen und von denen die beiden westlichen, der Emser und der Malberger Gangzug, in der Hauptsache

deutliche Quergänge sind, während die 5 östlichen dem Streichen des prävariskischen Gebirges folgen und nach Südosten einfallen.

Die Erzmittel des Emser Gangzuges, der von Wenkenbach an erster Stelle aufgeführt wird, sind überwiegend meridional gerichtet bis auf den durch besonderen Erzreichtum auszeichneten Neu-Hoffnungsgang, der quer dazu verläuft und bis auf die unten besprochenen, anders gearteten Kluftgänge. Die Ausfüllung der Gangmittel besteht vorzugsweise aus Spateisenstein, der nach oben in zunehmender Weise durch Aufnahme von Zink, Blei und Kupfer metasomatisch vererzt ist. Nach der Tiefe zu gehen die Gangmittel deshalb immer mehr in Spateisenstein über, wobei sie den Charakter der Siegerländer Spateisensteingänge annehmen. Die Ursache für die Bildung der Gangspalten dürfte im Untergrund zu suchen sein, indem Gebirgsbewegungen, die auf den Klüften des ältesten Gebirges, also im Erdinnern eingetreten sind, in dem jüngeren prävariskischen Gebirgsbaufbau meridional- und äquatorial verlaufende Risse hervorgerufen haben, die sich rasch mit Spateisenstein füllten. Die Vererzung der so entstandenen Gänge durch sulfidische Mineralien ist erst später und zwar gleichzeitig mit der Ausbildung der Kluftgänge und der übrigen von Wenkenbach beschriebenen Gangzüge eingetreten; wie bei diesen waren die Bringer der Erzlösungen prävariskisch verlaufende Spalten.

Der Emser Gangzug ist demnach anders geartet, wie die übrigen Gangzüge, was Wenkenbach nicht genügend gewürdigt hat. Aus der Wenkenbachschen Aufstellung darf er deshalb aber doch nicht ausscheiden, weil ein Teil seiner Erzmittel, und zwar die bereits erwähnten Emser Kluftgänge, bei denen der Spateisenstein zurücktritt und die zum Teil die Verbindung zwischen den umgewandelten Spateisensteinmitteln des Emser Hauptganges bilden, hinein gehören. Dem System der Kluftgänge sind zuzurechnen der Emser Kluftgang, der Arz-

bacher Kluftgang, das sogenannte Hauptbesteg, eine erzbringende, zum Teil selbst mit Erzen ausgefüllte Spalte, sowie einige andere parallel gerichtete Kluftgänge von geringerer Bedeutung. Im Sinne der vorliegenden Niederschrift bilden diese Kluftgänge den eigentlichen Emser Gangzug.

Der Malberger Gangzug, der zweite in der Wenkenbachschen Aufstellung, enthält lediglich die beschränkten Aufschlüsse der verlassenen Grube Malberg bei Ems. Er ist nach dem Rhein zu nicht weiter verfolgt; aus einer Übersicht, wie der vorliegenden muß er deshalb als Gangzug ausscheiden.

Wenn ebenso von dem unbedeutenden siebenten Gangzug abgesehen wird, der auf größere Entfernung nicht nachgewiesen ist und neben dem geringfügigen Aufschluß der Grube Oranien bei Obernhof nur noch einige Erztrümmer bei der Obernhofer Bergschmiede umfaßt, ist der an sechster Stelle aufgeführte Holzappeler Gangzug der südöstlichste und hangendste. Er wird gekennzeichnet durch die ihn begleitenden, mit zersetztem Diabas ausgefüllten Gangspalten, die sogenannten weißen Gebirgsgänge. Dies gilt auch von dem benachbarten fünften, dem Weinährer Gangzug, der im Rahmen der vorliegenden Übersicht als ein Begleiter des Holzappeler Gangzuges erscheint und diesem zugerechnet werden muß. Zwischen dem Emser und Holzappeler Gangzug bleiben danach nur der dritte und vierte Gangzug der Wenkenbachschen Aufstellung bestehen, deren Aufschlüsse sich über einen Streifen von 2000 m verbreiten und die, von einer höheren Warte betrachtet, schließlich als mittlerer Gangzug zwischen dem Emser und Holzappeler Gangzug erscheinen. Der mittlere Gangzug setzte sich dann ebenso wie die beiden äußeren aus mehreren parallel gerichteten Gangbildungen zusammen, weshalb es wohl bezeichnender wäre, von Gangzonen zu sprechen, was aber nicht üblich ist und deshalb auch hier vermieden werden soll.

Geologisch betrachtet bildet das Gebiet, in dem diese drei Gangsysteme auftreten, eine Mulde mit verschiedenen Einbrüchen; durch später eingetretene Gebirgsbewegungen erscheint sie horst- und grabenartig verzerrt. Am Südostrande sind entlang der Kammlinie des prävariskischen Gebirges Hunsrückschiefer aus der Tiefe aufgebrochen und begrenzen dort die Mulde; parallel dazu verläuft in der Nähe der Holzappeler Gangzug. Nach Nordwesten zu folgen zunächst ältere Schichten und zwar abwechselnde Streifen von Koblenzquarzit und unteren Koblenzschichten mit Aufbrüchen von Hunsrückschiefern. Die Mitte der Mulde bildet das breite Band von oberen Koblenzschichten, das sich mit Unterbrechung durch den Emser Quellensattel im Lahntal etwa von Nievern bis Dausenau erstreckt. Weiter nordwestlich folgen wieder abwechselnd Streifen von Koblenzquarzit und unteren Koblenzschichten; sie bilden den Übergang zu dem ebenso zusammengesetzten jenseitigen Grenzhorst, der in seinem Verlauf durch die Linie Höhr-Koblenz-Winningen gekennzeichnet wird. Wo das Muldentiefste in den südöstlich angrenzenden Horst übergeht, tritt der mittlere Gangzug auf. Andererseits liegen die Emser Kluftgänge da, wo der Übergang der Mulde zu dem nordwestlich angrenzenden Horst sich vollzieht.

In der prävariskischen Zeit entstanden, ist diese Mulde später dem variskischen Druck ausgesetzt gewesen. Wie dieser auf die Schichten eingewirkt hat, läßt sich an dem Emser Hauptgang, dem oben beschriebenen Spateisensteingang vom Charakter der Siegerländer Gänge, deutlich erkennen. Dieser zieht sich durch die Grubenfelder Merkur, Bergmannstrost, Friedrichsegen und Rosenberg von Arzbach über Lindenbach nach Braubach a. Rhein hin, geht dort auf die linke Rheinseite über und quert noch zweimal die Rheinschlinge vor Boppard, um bei letzterem Ort in das Gebiet des Hunsrücks überzutreten. Es ergibt sich dadurch ein Hauptstreichen des Gangzuges als solchen in Stunde $2^1/_2$—3. Dabei sind aber die einzelnen Gang-

mittel meridional gerichtet; im Norden streichen sie in etwa Stunde 1, im Süden weichen sie zum Teil nach Stunde 12 oder Stunde 11 ab. Durch Geschiebe variskischen Alters, die alle in dem gleichen Sinne verwerfen, wird von Norden nach Süden eine Ablenkung des Gangzuges derart bewirkt, daß der ursprünglich meridional verlaufende Gangzug ein Hauptstreichen in Stunde $2^1/_2$—3 erhält, indem der Wechsel der Gangmittel und der Geschiebeklüfte im Grundriß zickzackartig erscheint. Eine neue Faltung der im prävariskischen Sinne aufgerichteten Schollen hat demnach der variskische Druck nicht mehr bewirken können; ihr Gefüge hat er aber durch zahlreiche Geschiebe beeinflußt und eine weitgehende Verschiebung ursprünglich benachbarter und zusammengehöriger Gebirgsteile bewirkt. Der Aufbau der Mulde als solcher tritt an anderen Stellen des zur Erörterung stehenden Gebirgsstreifens, und zwar in Dillgegend, mehr hervor; der Einfluß des variskischen Druckes auf die prävariskische Faltung wird aber durch den Emser Hauptgang und seine südwestliche Verlängerung am besten verdeutlicht.

Die nordöstliche Fortsetzung der Gangzüge.

Verfolgt man die beschriebene Mulde nach Nordosten, so verschwindet sie unter der von Basalt überdeckten Braunkohlenformation des Westerwaldes, die über die Ränder der Mulde hinausgreift und deshalb keine Besonderheit des hier zur Erörterung stehenden Gebirgsstreifens bildet, wenn auch die große Masse der abgelagerten Braunkohlen darauf entfällt. Jenseits der Basaltdecke des Westerwaldes tritt die Mulde als Dillmulde wieder in Erscheinung und zeigt den gleichen Gebirgsaufbau in größerer Deutlichkeit. Den Südostrand bilden hier die überschobenen silurischen und altdevonischen Massen der Hörre bei Herborn, den Nordwestrand die unterdevonischen Schichten der Kalteiche. In der Mitte liegen die mitteldevonischen, ober-

devonischen und kulmischen Schichten, die sich im Dilltale von Haiger über Herborn hinaus bis Fleißbach hinziehen. Unter gleichen Verhältnissen, wie in der unteren Lahngegend, lassen sich auch hier die drei Gangzonen verfolgen.

Die Fortsetzung der Kluftgänge des Emser Bergbaugebietes bilden zwei oder mehrere parallel der Gebirgsaufrichtung nördlich Haiger verlaufende, in Schichten der Koblenzstufe aufsetzende Züge von Blei- und Zinkerzgängen, oft mit beibrechendem Spateisenstein und Kupfererz. In der Nähe der aufgebrochenen Massen der Hörre bei Herborn, und wahrscheinlich zum Teil von ihnen überdeckt, liegt die Fortsetzung des Holzappeler Gangzuges. Neben Blei- und Zinkerzgruben treten hier auch reine Kupfererzgänge vom Charakter der in dem mittleren Gangzuge verbreiteten Dillenburger Kupfererzgänge auf. Der mittlere Gangzug zieht sich zwischen Dillenburg und Biedenkopf hin und lehnt sich an das von Kauth in seiner Beschreibung der in den Ämtern Dillenburg und Herborn aufsetzenden Erzgänge erwähnte Schalsteinband an. Daß die Gänge dieses Zuges in der Dillmulde fast ausschließlich Kupfererze führen, hängt mit der Entstehung und dem Aufbau dieser Mulde, hauptsächlich aber mit dem Alter der Erzausscheidung zusammen; abgesehen davon scheint aber auch der mittlere Gangzug im allgemeinen verhältnismäßig reicher an Kupfererzen zu sein, wie die beiden äußeren.

Die Erzmittel der drei Gangzonen sind in der Dillmulde meist quergestellt zu dem Hauptstreichen. Erzbringer müssen aber streichend verlaufende Klüfte sein, die mit dem Gebirgsaufbau in Zusammenhang stehen. Diese haben die Erzlösungen aus der Tiefe hochgebracht; in der Nähe der Oberfläche fanden sie dann einen bequemeren Austritt durch Querklüfte, die als Quarz- oder Spateisengänge ausgebildet waren und in denen sie zur Bildung von Erzmitteln Veranlassung gaben. Ein ähnlicher Vorgang hat sich in späteren geologischen Zeiten in der Lahnmulde eingestellt; dort ist beobachtet worden,

daß die heutigen Mineralwasserquellen, die mit den Basaltdurchbrüchen im ursächlichen Zusammenhang stehen, und insbesondere die stärkeren unter ihnen, da auftreten, wo die Sattelachsen des älteren Gebirges von Querklüften durchnitten werden.

Spuren dieser drei Gangzüge lassen sich nach der Hessischen Senke verfolgen. In dieser Richtung tauchen, wie oben hervorgehoben, die devonischen Schichten allmählich unter; jüngere Schichten lagern sich vor. So liegt in der Fortsetzung des mittleren Gangzuges unter anderem die alte Grube Ludwig bei Dexbach, wo in den Schichten des aufgerichteten Kulmgebirges, ähnlich wie bei Stadtberge, ein mit gesäuerten Kupfererzen imprägnierter Kieselschiefer vorkommt. Im weiteren Fortstreichen folgen dann dicht unter der Buntsandsteingrenze die kupferführenden Zechstein-Schiefer bei Frankenberg in Hessen, deren Erzführung sich im wesentlichen nach dem Streichen der in der Tiefe zu vermutenden mitteldevonischen Schichten richtet. In gleicher Weise dürften Spuren des Emser Gangzuges sich bei Tal-Itter bemerkbar machen und die des Holzappeler Gangzuges bis an den Oberlauf der Lahn im hessischen Hinterland verfolgen lassen.

Im Kulm, wie im Zechstein, und bis an die Buntsandsteingrenze heran, sind demnach die Wirkungen der streichend verlaufenden erzbringenden prävariskischen Klüfte festzustellen. Zur Bildung von Knottenerzen, wie bei Mechernich oder Wallerfangen, ist es dagegen im Buntsandstein der Hessischen Senke nicht gekommen. Zwar ist das Auftreten von Kalkspatknotten unmittelbar über der unteren Grenze des Buntsandsteins in den weniger festen Gesteinen, welche die Unterlage der eigentlichen Buntsandsteinzone bilden, nach Denckmann im Eichholz bei Altenhaina in Hessen bekannt geworden; eine metasomatische Vererzung hat aber an dieser Stelle wegen des Fehlens einer erzführenden Zubringerspalte nicht stattgefunden, es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß sie in nicht allzu großer Entfernung gleichwohl angetroffen werden

kann. Jedenfalls haben sich die Lagerstätten in den einzelnen Gebirgsgliedern, welche durch die erzbringenden prävariskisch verlaufenden Spalten angetroffen worden sind, verschiedenartig entwickelt und es lassen sich deshalb bei dem beträchlichen Wechsel der Formationen in der Dillmulde und in ihrer nordwestlichen Fortsetzung sowie bei den lang gestreckten streichenden Zuführungszonen hervorragende Beispiele für die Veränderlichkeit der Form der Erzlagerstätten diesem Gebiete entnehmen.

Im Kellerwald treten die zwischen Frankenberg und Buchenau an der Lahn in der Frankenberger Triasbucht, einer örtlichen Sondererscheinung am Rande der Hessischen Senke, untertauchenden Schichten der Dillmulde aus der permisch-triassischen Überdeckung wieder hervor. Wenn es auch hier zu bergbaulischen Aufschlüssen bisher noch nicht gekommen ist, so konnte Denckmann doch feststellen, daß die Gebirgsklüfte in hervorragend häufiger Weise mit mineralischen Massen ausgefüllt und daß die Gänge in ähnlicher Weise an Verwerfungen, und zwar an Querverwerfungen, gebunden sind, wie im Oberharz.

Die südwestliche Fortsetzung der Gangzüge.

Um die drei Gangzüge zwischen Lahn und Rhein nach Südwesten zu verfolgen, empfiehlt es sich, den Holzappeler Gangzug zum Anhalt zu nehmen. Außer der Abhandlung von Wenckenbach liegen darüber die Schriften von Bauer, Einecke und Soucheur sowie eine gutachtliche Äußerung von Holzapfel vom 1. Februar 1907 vor, von denen nur Einecke eine abweichende Auffassung vertritt. Alle anderen Autoren stimmen darin überein, daß der Holzappeler Gangzug mit dem zugehörigen Weinährer Gangzug zwischen St. Goar und Hirzenach die Rheinlinie quert, durch die Grube Gute Hoffnung bei Werlau erschlossen ist und alsdann in das Feld der alten Grube Camilla bei Norath übertritt. Von hier aus ist in der Richtung nach dem Idarwald durch

neuere Schürfungen sein weiterer Verlauf festgestellt worden, der ihn in das Feld der Eidgrube führt, wo bei Alterkülz, Biebern und Heinzenbach Reste eines früheren Bergbaues erkennbar sind. Durch das südwestlich anstoßende Feld Amélie bei Heinzenbach und das in kurzem Abstand folgende Feld Neuglück bei Niederkostenz hindurchsetzend, lassen sich Andeutungen des Gangzuges bis an den Idarwald, etwa bis Laufersweiler, verfolgen. Die Quarzite des Idarwaldes und des Schwarzwälder Hochwaldes überdecken anscheinend sein Ausgehendes, indem sie darüber hinweggeschoben sind. Im Idarwald und Hochwald sind keine Spuren des Gangzuges zu finden; ob die erzbringenden, streichend verlaufenden Spalten etwa Lösungen an die Überschiebungsfläche abgegeben und diese vererzt haben, ist nirgends nachgewiesen, aber vielleicht nicht ausgeschlossen.

Holzapfel hat, wie bereits gesagt, seine Ansicht zu Anfang des Jahres 1907 in einem Gutachten über die Eidgrube niedergelegt. Danach paßt die nach eigener Beobachtung von ihm gelieferte Beschreibung des Erzvorkommens dieser Grube mutatis mutandis wörtlich auf die Vorkommen der Gruben Holzappel bei Dörnberg und Leopoldine Luise bei Obernhof, beide im Lahngebiet, sowie auf Gute Hoffnung bei Werlau im Rheingebiet. Lagerungsform des Hauptganges, Verhalten zum Nebengestein, Begleitung durch den weißen Gebirgsgang im Hangenden und einen Parallelgang im Liegenden/stimmen nach ihm auf das genaueste mit den genannten Gruben überein. Bezüglich der Verwachsung der Erze mit der Gangart konnte Holzapfel sogar wörtlich die Beschreibung verwerten, die Bauer im Jahre 1841 von dem Erzvorkommen der genannten Gruben im Karstens Archiv gemacht hat. Aus diesen Gründen ist Holzapfel dazu gekommen, sich der Ansicht der älteren Autoren anzuschließen.

Wenn Einecke den Holzappeler Gangzug zwischen Bornhofen und Salzig den Rhein queren und in der Richtung nach Tellig unweit Zell a. d. Mosel verlaufen läßt, so ist dies auf Grund der Beobachtung des Ausgehenden

geschehen. Wo größere Erzanreicherungen zu Tage treten, konnte er den Verlauf der Erzmittel an den eisernen Hüten und Rollstücken erkennen. Hat dagegen, wie dies meist der Fall ist, am Ausgehenden des Erzganges die Gangart vorgeherrscht, so ist der Aufbau des Ausbisses durch oxydierende Einflüsse der Atmosphärilien wenig geändert; oft sind aber die Quarzmassen durch fortschreitende Verwitterung und Erosion aus ihrer Umgebung herausgeschält worden und bilden dann in dem gebirgigen Gelände weithin sichtbare Rippen. Wie Einecke mit Recht betont, wechselt klippenartiges Hervorragen mächtiger Quarzmasseu mit Ausbissen schwacher Quarztrümmer und welligen, durch das Ausstreichen der Gangzüge veranlaßten Konturen im Gelände stetig ab. Nur in seltenen Fällen treten mit den Quarzrippen die Erze an die Oberfläche; meist sind diese ausgelaugt und verschwunden. In dem Quarz sind dann oft die Stellen zu erkennen, wo die Erze gesessen haben. Erst unter dem Wasserspiegel pflegt sich daher die Erzführung einzustellen und dies ist der Grund, weshalb die Erzschätze des Hunsrücks so lange unbekannt geblieben oder nicht beachtet worden sind.

Im allgemeinen genügen diese Merkmale, um auf den Höhen und in den Tälern den Verlauf der Gangzüge festzustellen. Bei der großen Zahl der Nebenspalten können aber doch Irrtümer unterlaufen und gegen die Ermittelungen von Einecke spricht insbesondere das Fehlen des begleitenden weißen Gebirges auf der ganzen Erstreckung zwischen Salzig und Tellig.

Nordwestlich von dem Holzappeler Gangzug läßt sich in annähernd 6—8 km Entfernung ein parallel gerichteter liegender Gangzug verfolgen, der sich rechtsrheinisch von Würzeborn im Westerwald über Dausenau a. d. Lahn bis Bornhofen a. Rhein und linksrheinisch über Halsenbach und Beltheim im Hunsrück nach Altlay sowie von dort über Irmenach, Pilmeroth, Commen, Etgert, Gielert und Neunkirchen bis Beuren hinzieht, wo er unter überschobenen Quar-

ziten verschwindet. Dieser Gangzug ist gleichbedeutend mit dem mittleren Gangzug zwischen Rhein und Lahn.

Noch etwa 5—3 km weiter nordwestlich folgt dann der liegenste Gangzug und zwar der Zug der Emser Kluftgänge, der sich rechtsrheinisch etwa von Arzbach im Emser Grubengebiet nach Oberlahnstein und auf der linken Rheinseite, also im Hunsrück, über Buchholz, Gondershausen, Zilshausen, Mastershausen, Reidenhausen, Blankenrath, Tellig, Kautenbach nach Monzelfeld sowie darüber hinaus bis an den Osburger Hochwald verfolgen läßt. Ob die Erzfunde zu beiden Seiten des Ruvertales sich diesem Gangzug anreihen oder einem Parallelzuge angehören, bedarf noch näherer Prüfung.

Am Südsüdostrande des Rheinischen Schiefergebirges hat sich, wie oben bemerkt, der variskische Druck besonders stark bemerkbar gemacht und in Verbindung damit müssen auch die Gangzüge, soweit sie dort noch auftreten, eine Ablenkung erfahren haben, ähnlich wie dies an dem Emser Hauptgang, dem umgewandelten vererzten Spateisenstein-Quergang oben gezeigt worden ist. Bei der Beurteilung des Auftretens der Erzgänge in der Ruvergegend wäre dies zu berücksichtigen.

Wesentlich deutlicher würden die Lagerungsverhältnisse im Hunsrück erscheinen, wenn es möglich wäre, die Lage der Erzmittel zu der Mulde so zu erkennen, wie es in der Dillmulde der Fall und auch an der unteren Lahn noch einigermaßen angängig ist. Die starke Entwicklung der Hunsrückschiefer und ihre Ähnlichkeit mit den Schiefern der Koblenzstufe verhindert oder erschwert es aber, den Gebirgsaufbau hier klarzustellen.

Auffallend ist es, daß die Erzmittel auf den verschiedenen Gangzügen östlich von Holzappel meist quer gestellt sind und westlich davon überwiegend streichend verlaufen und zwar sowohl an der unteren Lahn und zwischen Lahn und Rhein, wie auch im Gebiet des Hunsrücks. Erst in der Nähe der Ruver treten neben den streichend verlaufenden Erzmitteln auch meridional und quergestellte wieder in größerem

Umfange auf. Ungezwungen läßt sich diese Erscheinung dadurch erklären, daß in den Gebieten, in denen die im Streichen der Gebirgsschichten auftretenden Erzmittel vorherrschen, das Gebirge in erhöhtem Maße der Erosion ausgesetzt war und daß dort die vererzten, quer gestellten Austrittskanäle, also die Quergänge, der Erosion verfallen sind. Es steht dies durchaus im Einklang mit der Tatsache, daß etwa von der westlichen Grenze der Basaltüberlagerung des Westerwaldes ab in früheren Zeiten nach Nordosten zu ein allmähliches Einsinken des Gebirges und im weiteren Verlaufe des Gebirgsstreichens schließlich ein Untertauchen unter die mesozoischen Schichten der Hessischen Senke stattgefunden hat. In der Richtung nach dem Kellerwalde und dem Harze beteiligen sich erst Schichten der Koblenzstufe, dann in zunehmendem Maße Mittel- und Oberdevon sowie schließlich Kulm an der Bildung der heutigen Oberfläche. Westlich Holzappel liegen die streichend verlaufenden Erzmittel dagegen ausschließlich in unterdevonischen Schichten. Das Einsinken der Schichten nach Osten, also nach der Hessischen Senke zu, hat hier die quergestellten Erzmittel, die Austrittstellen der ehemaligen erzbringenden Mineralquellen vor der Erosion geschützt und wenn in der Gegend von Trier meridional und quergestellte Erzmittel neben streichend verlaufenden wieder auftreten, so mag dies der Eifeler Senke zuzuschreiben sein, die in ihrer Wirkung bis an den Osburger Hochwald heranreicht und dessen östliche Fortsetzung wohl in die Tiefe gezogen hat.

Während im Osten und Westen die Senken sich bildeten, wurde das dazwischen liegende Gebiet relativ gehoben und damit einer verstärkten Erosion ausgesetzt, die die oberen quer gestellten Erzmittel beseitigte, so daß dort im wesentlichen nur die vererzten streichend verlaufenden Zubringerspalten als Erzgänge verblieben sind. Für die im Bereiche der Senken liegenden Gebiete besteht deshalb die Aussicht, dass die Quergänge in der Tiefe in streichend verlaufende Gangzüge übergehen und

da letztere sich durch große Regelmäßigkeit auszeichnen und zu umfangreichem Bergwerksbetriebe Veranlassung gegeben haben, wie bei Holzappel und Werlau, so kann dies für die Zukunft des westdeutschen Erzbergbaues von Bedeutung werden.

Sonstige Erzlagerstätten in dem beschriebenen Gebirgsstreifen.

Außer den beschriebenen Gangzügen, die sich von der Saar bis zur Hessischen Senke im Streichen des prävariskischen Gebirges verfolgen lassen, treten noch eine Anzahl Erzlagerstätten von mehr örtlicher Bedeutung auf. Zum größten Teil stehen auch diese mit dem prävariskischen Gebirgsaufbau in ursächlichem Zusammenhang. In dieser Hinsicht sei zunächst auf die Dillmulde hingewiesen. Dort haben die prävariskischen Gebirgsspalten zum Durchbruch von Diabasen und in Verbindung damit zur Bildung der Roteisensteinlager Veranlassung gegeben. Staffelförmig sank die Mulde nach der Mitte zu ein und mit dem Niedergehen unter den Grundwasserspiegel bildete sich ein See. Durch die entstehenden oder sich öffnenden Längsspalten drang Diabas nach oben, Tuffe lagerten sich ab und wurden später zu Schalstein. Nachläufer der großen Eruptionen stellten sich in Gestalt von Eisensäuerlingen ein, die das Material für die Eisenerze hochbrachten und so das Eisensteinlager der Dillgegend entstehen ließen. Oberdevonische Schiefer oder Deckdiabas legten sich auf die eisenhaltigen Massen und wurden zum Hangenden des Eisensteinlagers, das durch den prävariskischen und den später einsetzenden variskischen Druck zuerst gefaltet und sodann in streichend verlaufende, zum Teil der Überkippung verfallene Streifen auseinander gerissen wurde, wodurch die in der Beschreibung des Bergreviers Dillenburg aufgeführten sechs Roteisensteinlagerzüge sich bildeten, die im Dillkreise zu

einem blühenden Bergbau Veranlassung gaben, darüber hinaus aber nur ungenügend verfolgt und erschlossen worden sind.

Die Roteisensteinlager streichen prävariskisch und verschwinden unter den Schichten der Frankenberger Triasbucht, um im Kellerwald wieder daraus hervorzutreten; hier liegt die Fortsetzung der Dillmulde. Die Heraushebung des Silurs entspricht der Hörre und den anschliessenden Gebirgsteilen in der Marburger Gegend. Nordwestlich davon reiht sich, wie dort, ein System mitteldevonischer und kulmischer Schichten an. Die Schalsteinbildung ist geringer wie in der Dillmulde und im Zusammenhang damit scheint auch das Roteisensteinlager schwächer entwickelt zu sein; bergmännisch ist es indessen nur in geringem Umfange untersucht.

Im Anschluß daran sei auf die Manganerzlagerstätten im Kreise Biedenkopf hingewiesen, über die Beyschlag in der Zeitschrift für praktische Geologie berichtet hat. Sie treten im Streichen der Kulmschichten auf und verschwinden mit diesen unter den flachgelagerten Permschichten der Frankenberger Bucht. Innerhalb des Kulmgebietes sind die Manganerze an die stark aufgewölbten harten Kieselschiefersättel gebunden, die die Bergkämme bilden und sich auf Erstreckung von vielen Kilometern wie mit dem Lineal gezogen, also geradlinig, verfolgen lassen, was für das prävariskische Gebirge charakteristisch ist. Die in einer viel späteren geologischen Zeit erneut einsetzenden tektonischen Vorgänge folgten der bestehenden Faltungsrichtung und kamen in den starren Sätteln der Kieselschiefer, die am meisten brachen und splitterten, am stärksten zur Auswirkung, während die sie umgebenden plastischen und undurchlässigen Schieferpartien geschlossen blieben. Von der Oberfläche aus sind nach Beyschlags Auffassung die durch Verwitterung entstandenen Gele eingeflößt worden, die später wieder kryptokrystalline Form annahmen und das benachbarte Gestein metasomatisch in Erz umwandelten. Innerhalb der Kulmschichten

erscheinen demnach die Manganerzlagerstätten als lagerartige Gebilde und werden, obwohl sie an Spalten gebunden sind, von den Bergleuten gewohnheitsmäßig auch als Lager bezeichnet. Im Bereiche der Hessischen Senke tritt dagegen unabhängig von dem Streichen der flach gelagerten Permschichten in diesen das bis dahin verfolgte südöstliche Manganerzlager genau in der Fortstreckung des untergetauchten Kieselschiefersattels als echter Gang auf. Verlauf und Form der Erzlagerstätten sind demnach durch den Aufbau des prävariskischen Gebirges bedingt und schon deshalb durfte das Manganerzvorkommen bei Biedenkopf an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben.

Die erzbringenden Lösungen, die das Gebirge imprägnierten, müssen ursprünglich aus der Tiefe aufgestiegen sein und es ist nicht ausgeschlossen, daß dieser Auftrieb sich in demselben Spaltensystem vollzogen hat, in dem sich später unter dem Einfluß der Verwitterung die nutzbaren Lagerstätten von oben her bildeten. In dieser Hinsicht möge auf die ähnlichen Vorgänge bei der weiter unten (S. 68) erörterten Entstehung der Hunsrückerze hier vorab Bezug genommen werden.

Die im Streichen und Fallen der Gebirgsschichten zwischen Diabas als Hangendem und dunklem Tonschiefer als Liegendem auftretenden Manganerzlagerstätten, die unweit Nanzenbach in der Dillmulde bekannt geworden sind und vorwiegend Mangankiesel führen, auf ähnliche Weise erklären zu wollen, müßte zum mindesten als verfrüht erscheinen. Andererseits streicht auch dieser Erzzug prävariskisch, indem er zu dem oben erörterten Zuge der Kupfererzgruben zwischen Dillenburg und Biedenkopf parallell sowie in nur geringer räumlicher Entfernung von ihm verläuft.

Dagegen erinnern die Eisenerze des Hunsrücks hinsichtlich ihrer Entstehung schon eher an die Manganerzlagerstätten der Biedenkopfer Gegend. Nach der neuesten Veröffentlichung darüber, die von Vierschilling her-

rührt, sind die Eisenerze des Hunsrücktypus an eine oberflächliche Verwitterungszone gebunden und treten in der Regel in 2—4 m, öfters in 6—8 m und vereinzelt in noch größerer Teufe auf, die Vierschilling bis zu 14 m angibt, Noeggerath aber bis zu 30 m (15 Lachter). Zu Tage liegt meist eine diluviale Verlehmungszone, dann folgt ein verwitterter devonischer Schiefer, der die Erze enthält, und darunter festes Gebirge in Gestalt von Schiefer oder schieferiger Grauwacke. Auf den Höhenrücken treten die Erze aber auch bisweilen unmittelbar zu Tage. Während Noeggerath der Ansicht gehuldigt hat, daß die Eisensteinbildungen der Hunsrückformation als Absätze großer Mineralwassergießungen aus dem Innern der Erde zu betrachten sind, kommt Vierschilling, dem übrigens nach seinen eigenen Angaben wegen des damaligen Stillliegens sämtlicher Eisenerzgruben das Studium der lagerstättlichen Verhältnisse fast zur Unmöglichkeit wurde, zu dem Schluß, daß es sich um Anreicherungen an Ort und Stelle handelt und daß eine Zufuhr mineralischer Stoffe aus der Tiefe nicht stattfand.

Nach C. Koch finden sich diese Eisenerze teils als gangförmige, teils als lagerförmige Ausscheidungen in dem verwitterten Schiefergebirge; sie folgen meist den Schieferungs- oder Schichtungsflächen und treten ausnahmsweise auch in Querklüften auf. Durch Deckelklüfte können sie abgelenkt werden und mit den Deckeln oder Bänken erreicht die Verwitterung oft auch ihr Ende.

In der Lagerstättenlehre von Beyschlag, Krusch und Vogt wird der Eisenerztypus des Hunsrücks als metasomatische Umwandlung von Schiefermassen gedeutet; wie weit dabei neben der Verwitterung an Einflüsse aus der Tiefe gedacht ist, kommt nicht zum Ausdruck. Jedenfalls werden die weit überwiegend prävariskisch gerichteten Eisenerzlagerstätten häufig von den oben beschriebenen Hauptzügen der Zink-, Blei- und Kupfererzgänge des Gebietes, die zweifellos in große Tiefe niedersetzen, begleitet und mögen in manchen Fällen die eisernen Hüte der Erz-

gänge bilden. Es kann deshalb die Frage aufgeworfen werden, ob nicht doch im Sinne von Noeggerath Eisensäuerlinge aus dem Erdinnern aufgestiegen wären und zur Ablagerung von Eisenverbindungen in den schmalen Spalten der devonischen Schiefermassen oder zur Imprägnierung des Nebengesteins Veranlassung gegeben und mit dazu beigetragen hätten, auf diese Weise das Material für die spätere Bildung der nutzbaren Eisenerzlagerstätten hoch zu bringen.

Ganz wesentlich ist indessen die Entstehung der Hunsrückerze unter allen Umständen durch die Verwitterung der bei der Gebirgsbildung herausgehobenen und später wieder abgetragenen Massen beeinflußt worden. In dieser Hinsicht sei mit Ahlburg darauf hingewiesen, daß innerhalb des Rheinischen Schiefergebirges während der Tertiärzeit zwei, in ihren Wirkungen verschiedenartige Verwitterungsperioden bekannt geworden sind. Eine alttertiäre Verwitterungsperiode vollzog sich bei feuchtem, tropischen Klima; sie schuf die Kaolinböden, indem sie neben Alkalien und Kalk auch Eisen und Mangan in Lösung brachte, um diese in der Tiefe gelegentlich wieder auszuscheiden. Ihr folgte später eine zweite Verwitterungsperiode, die sich in Übereinstimmung mit den Feststellungen in den Gebieten des Westerwaldes, des Taunus und des Vogelsberges nach Abschluß der basaltischen Tätigkeit und vor dem Pliozän, also im wesentlichen in jungmiozäner Zeit abgespielt haben muß und die Folge eines Trockenklimas bei stark versenktem Grundwasserspiegel war. Sie äußerte sich umgekehrt, wie die alttertiäre, und zwar in der Bindung von Eisen und Mangan als Oxyden an der Oberfläche, sowie in der Lösung und Fortführung von Kalk und Kieselsäure.

In der ersten Verwitterungsperiode konnten eisen- und manganhaltige Gele in den herausgehobenen devonischen Gebirgsmassen des Hunsrück sich bilden und neu entstehende oder wieder aufgerissene Klüfte und Spalten mit Erzausscheidungen füllen sowie das angrenzende Nebengestein imprägnieren. Die zweite Verwitterungsperiode

entzog den so herbeigeführten Erzanreicherungen einen Teil der Kieselsäure und ließ die Lagerstätten in der Form entstehen, wie sie heute in Erscheinung treten. Schichtung und Schieferung blieben hierbei in der Regel ebenso erhalten, wie bei den unter ähnlichen Umständen gebildeten basaltischen Eisenerzen die Basaltstruktur; nur wo Höhlungen, Risse oder Spalten bestanden, kam es zur Ausscheidung stückiger Erzmassen.

Wie unter Bezugnahme auf Noeggerath bereits angedeutet, ist es nicht ausgeschlossen, daß die Erzlösungen, die das Gebirge angereichert haben, auf denselben streichenden Klüften aus der Tiefe aufgestiegen sind, in denen beim Verwittern der später herausgehobenen Schichten durch Einflüsse von oben her die nutzbaren Erzlagerstätten sich bildeten. Der ganze Entstehungsvorgang der Lagerstätten hätte sich dann in denselben Spaltensystemen abgespielt und es erschiene verständlich, wenn eine Anzahl von Eisenerzlagerstätten, insbesondere auf den Hauptgangzügen, auch in größere Tiefen niedersetzte. Der an der Oberfläche in Erscheinung tretenden Verwitterung folgte dann in etwas größerer Tiefe eine Erzanreicherung, wie dies bei so vielen Lagerstätten festgegestellt worden ist und als Wirkung von Oxydation und Zementation bezeichnet zu werden pflegt.

Von Interesse wäre noch ein Streiflicht nach der Dill- und Lahnmulde, die im direkten Fortstreichen des Eisenerzgebietes des Hunsrücks liegen. Prävariskisch verlaufende Klüfte könnten hier wie dort das Material zu den Eisenerzlagerstätten aus der Tiefe hochgebracht haben. Ob freilich die Roteisensteinlager auch südwestlich der Basaltüberdeckung des Westerwaldes, unter der sie in der Dillgegend verschwinden, zur Entwicklung gekommen und später der Erosion verfallen wären, ließe sich beim Fehlen weiterer Anhaltspunkte nicht mit Sicherheit beurteilen. Umgekehrt entstände aber die Frage, ob nicht unter den Roteisensteinlagern der Dillgegend bezüglich der Herkunft der ursprünglichen Erzlösungen Verhältnisse wie im Hunsrückgebiet

bestanden haben könnten, vielleicht mit dem Unterschied, daß in Anbetracht der Veränderung der Facies des Nebengesteines die Gangspalten dort eine größere Mächtigkeit erreichten und als deutliche Gänge in Erscheinung träten.

Im übrigen bestehen Ähnlichkeiten zwischen dem Hunsrück und dem Westerwaldgebiet auch insofern, als wie bereits angedeutet, die Verwitterung in beiden Gebirgsabschnitten zur Bildung von Eisenerzlagerstätten in der Nähe der Oberfläche Veranlassung gegeben hat, wenn schon die basaltischen Eisenerze des Westerwaldes zum größten Teil der Erosion verfallen sind und deshalb nicht mehr die Verbreitung und Bedeutung haben, wie in dem Bereiche des Vogelsberges.

Die sogenannten Soonwalderze kommen in dem hier zur Erörterung stehenden Gebirgsstreifen nicht vor. Dagegen finden sich in ihm Manganerzlagerstätten, die in früheren Jahren, und vereinzelt auch während des Krieges, Gegenstand der Ausbeute waren und anscheinend als Ausfüllung oberflächlicher Spalten in grauwackenartigen oder quarzitischen Gesteinen mit manganhaltigen, durch Verwitterung entstandenen Gelen zu erklären sind. Sie würden dann an die oben (S. 65) erörterten Manganerzlagerstätten in der Gegend von Biedenkopf erinnern; bei dem Fehlen größerer bergmännischer Aufschlüsse sind indessen nähere Angaben darüber zur Zeit nicht möglich.

Sodann dürfen auch die Nickelerzlagerstätten, die in der Dillmulde bei Nanzenbach und Gladenbach vor Jahrzehnten zu Bergbaubetrieben Veranlassung gegeben haben, an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben. Trotz der darüber erschienenen Veröffentlichungen sind die Lagerungsverhältnisse dieser Erzvorkommen nicht hinreichend geklärt, zumal hierbei immer nur die beiden Hauptaufschlüsse behandelt worden sind, während von den zahlreichen sonstigen Fundstellen und Verleihungen kaum Angaben vorliegen. Als letzter hat E. Kayser in den Erläuterungen zu Blatt Oberscheld über den Aufschluß der Grube Hilfe Gottes bei Nanzenbach, der seiner Zeit berühmt

war, geschrieben. Frohwein und Kauth betrachteten als Muttergestein der dortigen Nickelerze einen Serpentingang, der annähernd im Streichen und Fallen der Schichten liegen und das Nebengestein nur teilweise unter spitzem Winkel durchsetzen sollte. Laspeyres glaubte auf Grund mikroskopischer Untersuchungen den Erzträger für einen serpentinisierten Schalstein erklären zu müssen. Nach Stelzner und Bergeat handelt es sich um einen Gang, der in einem stark serpentinisierten Paläopikrit aufsetzt und nur in diesem erzführend ist. E. Kayser hält es für wahrscheinlicher, daß der vermeintliche Serpentingang aus einem gepreßten lagerartigen Pikrit besteht. Nach alledem dürfte in dem Muttergestein der Nickelerze ein prävariskisch gerichtes, durch Einwirkungen aus der Tiefe serpentinisiertes diabasartiges Material vorliegen und es steht deshalb die Herkunft der Nickelerze der Grube Hilfe Gottes mit dem prävariskischen Gebirgsaufbau in Zusammenhang.

Räumlich beschränkter und mehr linsenförmig treten unter ähnlichen Umständen die Nickelerze in der Gegend von Gladenbach auf Die bekanntcste Fundstelle ist dort die Grube Ludwigs-Hoffnung bei Bellnhausen, wo Betrieb auf drei linsenförmigen Stöcken stattgefunden hat, die mit 35 Grad nach Südwesten einfallen, in Stunde 7—8,4 streichen und sich quer zum prävariskischen Streichen, in Stunde 9,4 geradlinig aneinander reihen. Trotz des stark abweichenden Streichens bezeichnen Stelzner und Bergeat die Lagerstätten bei Bellnhausen und Nanzenbach als ähnlich.

Wahrscheinlich hat man es in der Dillmulde mit mehreren prävariskisch verlaufenden Zügen von Olivindiabas oder verwandten Gesteinbildungen zu tun, in denen sowohl streichend verlaufende, wie quer gestellte Spalten sich einstellten, die eine Serpentisierung der nächsten Umgebung zur Folge hatten und zur Entstehung der Erzlagerstätten Veranlassung gaben. Der Charakter der Lagerstätten ist deshalb als gangartig zu bezeichnen und die Verschiedenartigkeit

der Ausbildung als eine Veränderlichkeit der Form im Sinne von Beyschlag zu betrachten.

Mit dem prävariskischen Gebirgsaufbau stehen auch die Edelmetalle in Verbindung, die in dem letzten Jahrzehnt in der Gegend von Dillenburg Gegenstand eifriger Forschung gewesen sind. Wie Wagenmann mitteilt, haben feldspatarme olivinreiche Eruptivgesteine, in der Linie Flammersbach-Haiger-Sechshelden-Frohnhausen-Eiershausen bis Quotshausen und Niederdieten verlaufend, Platingehalte von etwa 40 gr aufzuweisen und das gleiche gilt nach ihm von einem Parallelzuge, der am Schwarzenstein bei Hirzenhain auftritt. Es sind aber nicht nur die meist stark verwitterten Olivindiabase platinführend, sondern auch benachbarte Schiefer an der Grenze zwischen Unter- und Mitteldevon und da, wo die platinführenden Sedimente unter der Basaltdecke des Westerwaldes verschwinden, zeigt auch der Basalt Platingehalte. Wie die Dinge zusammenhängen, bedarf noch der Klarstellung; anscheinend sind aber die Platinmetalle im Sinne von Berg an das gleiche Muttergestein gebunden, wie die Nickelerze und stehen, wie diese, mit dem prävariskischen Gebirgsaufbau in Zusammenhang.

Abweichend von allen bisher erörterten Mineralvorkommen der Dillmulde, und deshalb beachtenswert, ist vielleicht das Auftreten von Schwerspat, der in Gängen vorkommt und oft eingesprengte Kupfererze führt. In dieser Hinsicht sei auf den ausgedehnten, meridional verlaufenden Schwerspatgang hingewiesen, der innerhalb der Grubenfelder Theobald, Arzkaute, Weitzhelle, Hollergrube, Weitzberg und Rehberg zwischen Burg und Merkenbach an der Dill auf eine Länge von 4900 m bekannt geworden ist. Er streicht parallel dem Dilltal. Seine Richtung ist anscheinend mit der Richtungsänderung dieses Tales zwischen den genannten Ortschaften in ursächlichem oder zeitlichem Zusammenhang. Ob trotz dieses Verlaufes und der beträchtlichen Längenerstreckung des Gangzuges das Auftreten der edleren Mittel nicht an tiefgehende prävariskische Aufrichtungsspalten gebunden ist, wäre immerhin noch

zu prüfen. Es ist möglich, daß die Gangbildung auf erneuten Verschiebungen im Untergrunde beruht, hervorgerufen durch den Austritt der Basalte in dem benachbarten Gebiet des Westerwaldes.

III. Schlussbetrachtung.

Wie oben dargelegt, ist der besprochene Gebirgsstreifen, der sich von der Saar bis zur Hessischen Senke und darüber hinaus bis zum Harz verfolgen läßt, mit Erzlagerstätten der verschiedensten Art in außerordentlich hohem Meße bedacht. Dabei waren diese zum Teil der Erschließung bisher entzogen, wie beispielsweise die in der Fortsetzung der Dillmulde und im Kellerwald zu vermutenden Gänge und Lager. Jedenfalls gehen die prävariskischen Längsspalten in sehr große Tiefe und sind deshalb zu Erzbringern geworden.

Zur Vervollständigung des Bildes mögen nun noch einige Streiflichter auf die Erzführung der beiderseits benachbarten prävariskischen Gebirgsstreifen geworfen werden, deren Verlauf und Faltung schon oben (S. 42 und 43) berührt worden sind.

In dem nordwestlich sich anreihenden Streifen, in dem der Erzbergbau des Siegerlandes umgeht, treten fast ausschließlich Spateisensteingänge auf, die zum Teil nach dem Ausgehenden zu vererzt, also zu Zink- Blei- und Kupfererzgängen metasomatisch umgewandelt sind. Trotz des prävariskischen Verlaufes des Gebirgsstreifens als solchem sind die einzelnen Gänge zum großen Teil meridional oder äquatorial gerichtet. Im Siegerland und im nördlichen Westerwald besteht das Nebengestein meist aus Grauwacke und Grauwackenschiefer; nach Süden zu gehen diese allmählich in Hunsrückschiefer über und damit verkümmern die Gänge. Während im Siegerlande Gänge von großer Mächtigkeit auftreten, gehören an der Mosel Spateisensteingänge bis zu 1 m Stärke schon zu den Seltenheiten.

Dem südöstlich angrenzenden prävariskischen Streifen gehören die Lager und Gänge der Lahnmulde an, insbesondere die Roteisensteinlager bei Wetzlar und Weilburg, die Lager von manganhaltigem Brauneisenerz und Manganerz im mitteldevonischen Kalk bei Bieber, Wetzlar, Limburg und Diez, ferner die Erzgänge bei Caub und Oberwesel sowie bei Weiden im Hunsrück.

Aus Vorstehendem dürfte immerhin erhellen, daß das Rheinische Schiefergebirge auch außerhalb des oben besonders besprochenen prävariskischen Streifens, der die untere Lahngegend und die Dillmulde nebst deren beiderseitigen Verlängerungen umfaßt, noch zahlreiche Angriffspunkte für die Erschließung und Gewinnung von Eisenstein und sulfidischen Erzen bietet und dies gilt auch von den Revieren, die in der vorliegenden Niederschrift nicht näher erörtert werden konnten, wie die Eifel, die Aachener Gegend, das Bensberger und Ramsbecker Revier usw. Die Fehlschläge, die in früheren Jahren leider zu verzeichnen waren, beruhen zum Teil auf den damaligen Marktverhältnissen und den unzureichenden Verkehrmitteln sowie auf dem dadurch erleichterten Wettbewerb ausländischer Bergwerksunternehmungen, zum Teil aber auch auf der ungenügenden geologischen Erkenntnis des Auftretens der Erze in dem Aufbau des Gebirges.

Der Verfasser hat sich mit dem Aufbau des Rheinischen Schiefergebirges hauptsächlich während des Krieges befaßt, dessen Ausbruch die altgewohnte Tätigkeit in der ersten Zeit unterband und dazu anregte, durch Arbeiten auf anderem Gebiete einen Ersatz zu finden. Im weiteren Verlaufe des Krieges wurden sie auf Jahre unterbrochen; zur Weiterarbeit fand sich nur hin und wieder Gelegenheit. Erst die durch den unglücklichen Ausgang des Krieges und die großen politischen Umwälzungen aufgezwungene Ruhepause führte erneut dazu, in der Wiederaufnahme der Arbeiten eine Ablenkuug von den verdrießlichen Tagesereignissen zu suchen. Der Zufall hat es gewollt, daß die Niederschrift an einem Ruhetag im ober-

schlesischen Revier am 8. November 1918 zum Abschluß gelangte, also an dem Tage vor dem Zusammenbruch des deutschen Kaiserreiches. Als eine der ersten auf ihrem Gebiete wird sie deshalb dem neu entstehenden deutschen Staatsgebilde dargeboten werden und insofern kommt sie wohl zeitgemäß, als die Notwendigkeit, sich bezüglich der Erzbeschaffung vom Auslande unabhängig zu machen, während des Krieges besonders fühlbar geworden ist. Der Schriftsatz hat seinen Zweck erfüllt, wenn er die Fachgenossen veranlaßt, dem Aufbau des Rheinischen Schiefergebirges und, im Zusammenhang damit, dem Auftreten der Erzgänge und Erzlager ihre Aufmerksamkeit erneut zu schenken. Daß dies in manchen Fällen von Nutzen sein wird, ist die Hoffnung und die Zuversicht des Verfassers.

Literatur.

Andrée: Über die Bedingungen der Gebirgsbildung. Berlin (Bornträger) 1914.

Ahlburg: Die Tektonik der östlichen Lahnmulde; Monatsberichte der deutschen geol. Ges. Berlin 1908.

Bärtling: Die Schwerspatgruben Deutschlands. Stuttgart (Enke) 1911.

Bauer: Die Silber-, Blei- und Kupfererzgruben von Holzappel usw. Karstens Archiv 1841.

Berg: Die Beziehungen der primären Gangmineralien zu einander und zu den Eruptivgesteinen. Zeitschr. für prakt. Geol. 1919.

Bornhardt: Über die Gangverhältnisse des Siegerlandes usw. Berlin (Preuß. geol. Landesanstalt) 1910.

Beyschlag: Über die Veränderlichkeit der Form der Lagerstätten. Zeitschr. für praktische Geologie 1919.

Beyschlag, Krusch und Vogt: Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine. Stuttgart (Enke) 1910.

Deecke: Ein Grundgesetz der Gebirgsbildung? Neues Jahrbuch der Mineralogie 1908.

Denckmann: Neue Beobachtungen über den tektonischen Aufbau der Siegener Spateisensteingänge. Archiv für Lagerstättenforschung, Heft 6.

Einecke: Die südwestliche Fortsetzung des Holzappeler Gangzuges. Ber. der Senkenb. naturf. Ges. 1906.

Fliegel: Zum Gebirgsaufbau der Eifel. Verh. des Naturhistor. Vereins der preuß. Rheinl. u. Westf. 1911.

Hermann: Das hercynische Unterdevon bei Marburg a. Lahn. Jahrb. der Preuß. geol. Landesanstalt. 1912.

Holzapfel: Das Rheintal von Bingerbrück bis Lahnstein. Abh. der Preuß. geol. Landesanstalt. 1893.

Kauth: Beschreibung der in den Ämtern Dillenburg und Herborn auftretenden Erzgänge. Berg- und Hüttenwesen im Herzogtum Nassau (Odernheimer). 1865.

Kayser: Lehrbuch der Geologie. Stuttgart (Enke). 1912.

Klockmann: Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart (Enke). 1912.

Laspeyres: Das Vorkommen und die Verbreitung des Nickels im Rhein. Schiefergeb. Verh. des Naturhist. Vereins der preuß. Rheinlande und Westfalens. 1893.

Lindemann: Die Erde. Stuttgart (Frank) 1914.

Lorenz: Beiträge zur Geologie Ostasiens. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1905.

Schöppe: Der Holzappeler Gangzug; Archiv für Lagerstättenforschung. Heft 3.

Soucheur: Die Lagerstätte der Zink-, Blei- und Kupfergrube „Gute Hoffnung“ bei Werlau. Jahrb. d. Preuß. geol. Landesanstalt. 1892.

Stelzner und Bergeat: Erzlagerstätten. Leipzig (Felix) 1905.

Steuer: Obersilur in der Lindener Mark bei Gießen. Monatsber. d. deutsch. geol. Ges. 1917.

Sueß: Über die Struktur Europas. Vortr. d. Vereins z. Verbr. naturw. Kenntnisse. Wien 1890.

Vierschilling: Die Eisen- und Manganerzlagerstätten im Hunsrück. Berlin (Krahmann) 1910.

Wagenmann: Metallurgische Studien über deutsche Platinvorkommen. Abh. aus dem Inst. für Metallhüttenwesen zu Aachen 1919.

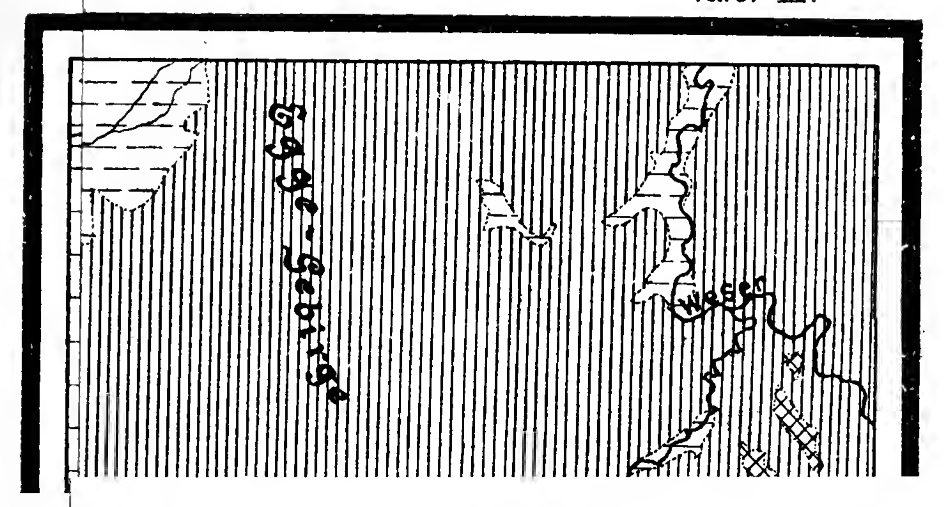
Wegener: Geologie Westfalens. Paderborn (Schöningh) 1913.

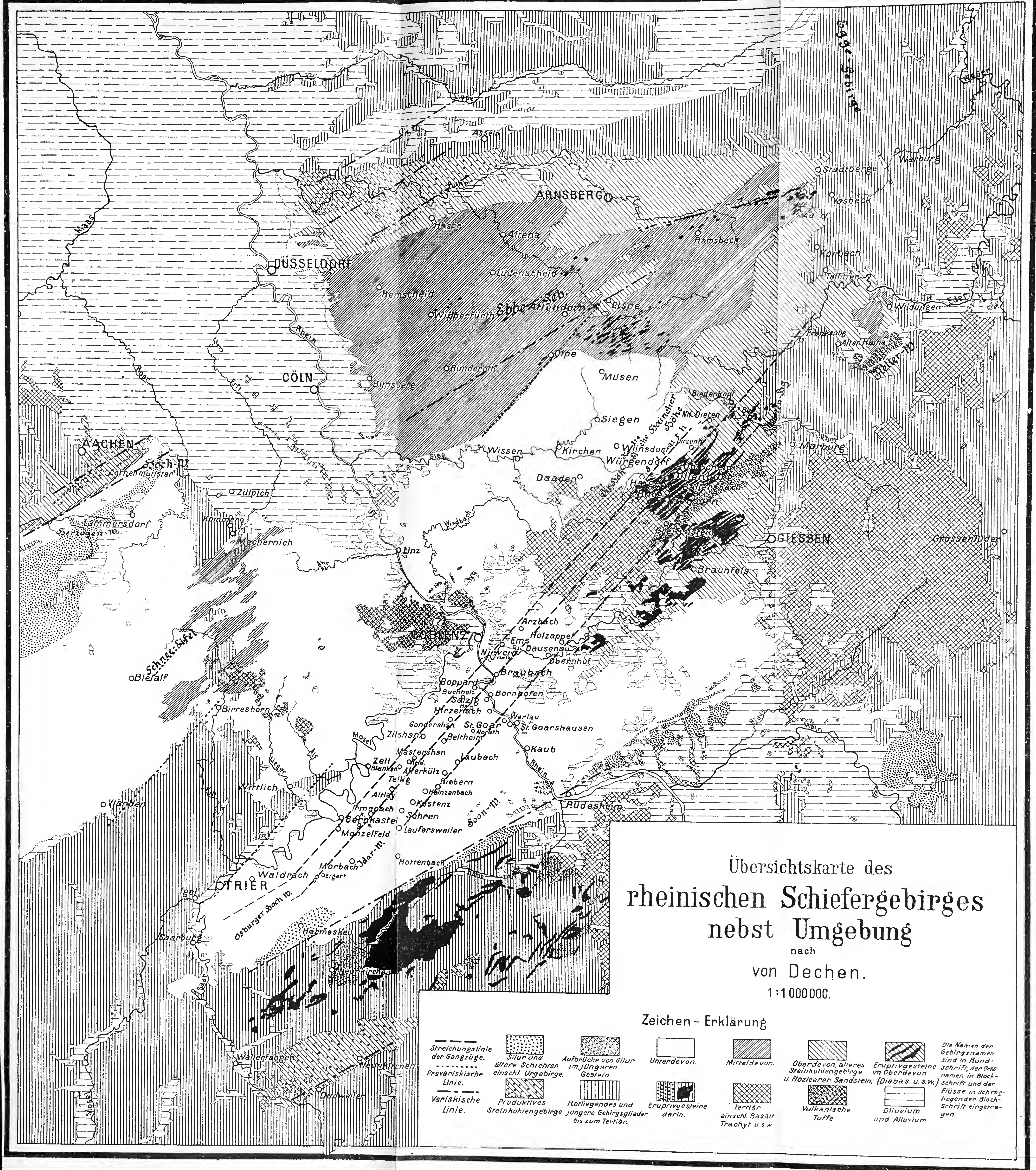
Wenkenbach: Beschreibung der im Herzogtum Nassau auftretenden Erzgänge. Jahrb. d. Ver. für Naturk. im Herzogtum Nassau 1861.

Die Erläuterungen zu den Blättern der geol. Landesanstalt von Kayser, Leppla usw.

Die Beschreibungen der Bergreviere von Frohwein Riemann, Holzapfel, Ulrich, Körfer, Schulz usw.

Tafel III.





Photolith von Hans Müncheberg Berlin N.W.

Zur Ökologie der aquatilen Rhynchoten.

Von

Dr. H. Wefelscheid
(Essen).

Mit 3 Textfiguren.

Die im 71. Jg. der Verhandlungen dieses Vereins veröffentlichte Arbeit von W. Bollweg „über die Faunistik und Ökologie der in der Umgebung Bonns vorkommenden aquatilen Rhynchoten . . .“ bedarf einiger Berichtigungen, soweit sich ihre Angaben auf *Plea minutissima* beziehen.

Zunächst wird über die Eier angegeben (S. 178): „Diese waren kugelig, etwa $^{1}/_{2}$ mm im Durchmesser und einzeln an das Blatt mit einem ganz kurzen Stiel angeheftet.“ Diese Beschreibung widerspricht durchaus meinen Beobachtungen, die ich in den Jahren 1910 und 11 an *Plea*-Eiern gemacht, und über die ich 1912 im 32. Band der Zoologischen Jahrbücher, Abt. f. Systematik, ausführlich berichtet habe[1]). Ich fand stets längliche Eier mit unregelmäßig elliptischem Umriß, die mehr als doppelt so lang wie breit waren. Die der Bauchseite des Embryos entsprechende Längsfläche ist stark konvex vorgekrümmt, während auf der Rückenseite das Ei fast bis zur Ebene

1) Dem Verlag G. Fischer in Jena bin ich für die freundliche Zusendung der Klischees zu den hier nochmals zum Abdruck kommenden Textfiguren. 1—3 zu Dank verbunden.

abgeflacht ist (s. Fig. 1). Von einem kurzen Stiel und einer Anheftung durch diesen an Blätter habe ich nie etwas bemerkt. Solche ♀, die ich während der Zeit der Ei-Ablage in kleinen mit Wasser gefüllten Uhrgläschen

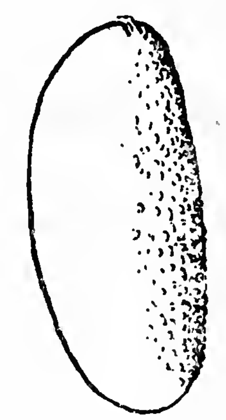


Fig. 1. Ei von *Plea minutissima* in seitlicher Ansicht.

isolierte, legten ihre Eier einfach auf den Boden dieses Gläschens ab. Ich habe auch aus solchen Eiern lebende Larven züchten können. In größeren Gefäßen dagegen, die mit Wasserpflanzen versehen waren, wurden die Eier stets in Stengel oder Blätter eingebohrt, und zwar so, daß sie fast vollständig im Pflanzengewebe verborgen waren. Ich habe mehrfach solche Eier in Stengeln und in der Unterseite der schwimmenden Blätter von *Batrachium aquatile* beobachtet und ihre Lage in der Pflanze eingehend beschrieben (a. a. O. S. 399, s. Fig. 2).

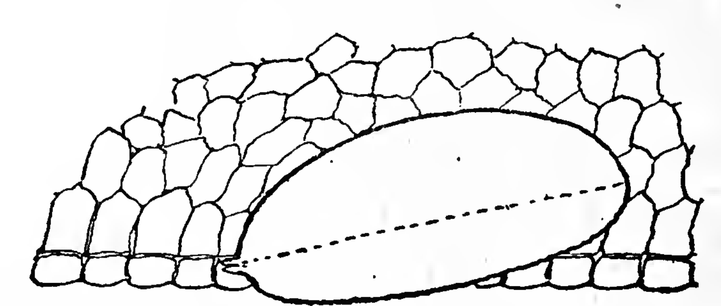


Fig. 2. Längsschnitt durch ein eingebohrtes Ei.

An dem vorderen, der Kopfseite des Embryos entsprechenden Pole, der in der Ei-Röhre des ♀ von der Geschlechtsöffnung abgewendet ist, fand ich eine Mikropyle. Sie ragt, ähnlich wie bei dem Ei von *Notonecta*, in Form einer Röhre über das Chorion empor und zeigt sich ein klein wenig nach der Rückenseite des Eies hin verschoben

(s. Fig. 3). Daß Bollweg die Mikropyle für einen Anheftungsstiel gehalten hat, ist nicht anzunehmen, denn sie ist im Vergleich zum Ei äußerst winzig. Vielleicht liegt eine Verwechselung mit andern Eiern vor?

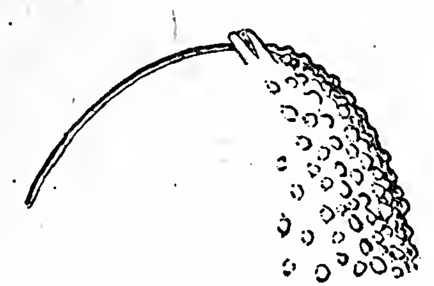


Fig. 3. Vorderer Eipol mit Micropyle.

An isolierten und sorgfältig beobachteten Eiern habe ich eine Embryonal-Entwickelung von durchschnittlich 4 Wochen festgestellt. Die ersten Larven krochen 23 oder 24 Tage, die letzten 33 Tage nach der Ei-Ablage aus dem Ei aus. Die von Bollweg aus einer einzelnen indirekten Beobachtung erschlossene Dauer von 40 Tagen für die Embryonal-Entwickelung ist also als Durchschnittswert jedenfalls zu hoch gegriffen.

Die von Bollweg angegebenen Maße für die Länge der verschiedenen Larven-Stadien stimmen gut mit den von mir festgestellten Werten überein; nur fehlt bei Bollweg das 6. Larven-Stadium, das sich allerdings in der Länge kaum von der jungen Imago unterscheidet. Ich habe aus mehr als 300 Messungen Durchschnittswerte für die Länge und Breite der 6 Larven-Stadien berechnet. Für die Längen fand ich folgende Werte (in Klammern die entsprechende Messung von Bollweg):

1. Stadium	0,83 mm	(0,8 mm),
2. „	1,0 „	(1,0 „),
3. „	1,34 „	(1,3 „),
4. „	1,63 „	(1,6—1,68 „),
5. „	2,0 „	(2,0—2,2 „),
6. „	2,43 „	—

Auch über die Ei-Ablage und Larven-Entwickelung von *Notonecta* bestehen neuere Angaben, die von Bollweg nicht berücksichtigt sind. Julian Hoppe hat 1910

und 11 bei *Notonecta glauca* 5 Larven-Stadien festgestellt, während Bollweg 6 Stadien unterscheiden zu können glaubt. Hoppe hat die Larven nach Länge, Breite und Höhe gemessen nnd Durchschnittswerte für jedes Stadium berechnet. Das Produkt aus den 3 Abmessungen (Länge × Breite × Höhe) hat er als Verhältniszahl für den Körperinhalt der Larven angenommen und durch Vergleichen herausgefunden, daß jedes folgende Stadium immer etwa die dreifache körperliche Ausdehnung des vorhergehenden hat. Die von ihm gemachten Angaben über die Körperlänge der Larven weichen von denen bei Bollweg wesentlich ab, weshalb hier beide nebeneinander gestellt seien (die von Bollweg wieder in Klammern):

1. Stadium	2,5 mm	(2,3— 2,4 mm),
2. „	3,5 „	(2,9— 3,0 „),
3. „	5,5 „	(3,5— 4,2 „),
4. „	8,0 „	(5,8— 6,25 „),
5. „	11,0 „	(8,1 „),
6. „	—	(10,5—12,2 „).

Auch über die Lebensdauer des Tieres und über die Anzahl der Generationen in einem Jahre macht Hoppe bereits für *Notonecta glauca* ganz bestimmte Angaben: „Von der Ei-Ablage vergeht bis zum Ausschlüpfen der Larven etwa $1^1/_2$ Monat. . . Zwischen den einzelnen Larven-Stadien ist ein Zwischenraum von etwa 10—14 Tagen vorhanden. Der Zwischenraum zwischen Larve V und den Imagines ist etwas größer. Die Imagines gebrauchen einige Monate, um geschlechtsreif zu werden. Nur selten kommt es vor, daß Tiere noch in demselben Jahre reif werden. Die Regel ist, daß sie erst im kommenden Frühling so weit entwickelt sind um copulieren zu können. Bald nach der Ei-Ablage sterben die Imagines ab. . . Es tritt jährlich nur eine Generation auf.“

Die Beobachtungen Bollwegs lassen sich mit diesen Angaben wohl in Einklang bringen, denn er fand die ersten frisch ausgeschlüpften Imagines am 5. VII. 13 und weitere frisch geschlüpfte Imagines am 17. VII., 5. VIII.,

24. IX. und 24. X. Hoppe, der seine Beobachtungen in der Umgebung von Greifswald anstellte, setzt das erste Auftreten der jungen Imago auf Ende Juli und Anfang August. Der Unterschied erklärt sich wohl durch das verschiedene Klima der Beobachtungsorte.

Hier sei noch erwähnt, daß die nordische *Notonecta lutea*, die wohl in der Umgebung von Bonn garnicht vorkommt, sich wesentlich anders verhält. Nach Hoppe, der sie in Pommern öfters beobachtet hat, schreitet sie im Herbst, etwa Ende September zur Ei-Ablage, und ihre Eier überwintern dann. Nähere Angaben darüber fehlen noch, doch paßt dazu eine Angabe von Wesenberg-Lund (S. 468), der unter den vielen Wasserwanzen, die er im Winter unter dem Eise hervorfischte, wohl häufig *Notonecta glauca*, niemals aber *Notonecta lutea* fand, obwohl diese an der betreffenden Stelle sonst nicht selten war.

Zu den systematischen Angaben Bollwegs über die Larven der *Corixidae* findet sich eine wertvolle Ergänzung bei Joh. Hagemann (S. 8), der wenigstens für *Macrocorixa Geoffroyi* 5 Larven-Stadien festgestellt und sehr eingehend beschrieben hat.

Literatur.

Bollweg, W., 1914. Beitrag zur Faunistik und Ökologie der in der Umgebung Bonns vorkommenden aquatilen Rhynchoten mit besonderer Berücksichtigung ihrer Larvenverhältnisse. Verhandl. d. Naturh. Ver. d. pr. Rh. u. W. Jg. 71.

Hagemann, J., 1910. Beiträge zur Kenntnis von *Corixa*. Zoolog. Jahrb. Bd. 30 Abt f. Anat.

Hoppe, J., 1911. Die Atmung von *Notonecta glauca*. Zoolog. Jahrb. Bd. 31. Abt. f. Physiol.

Wefelscheid, H., 1912. Über die Biologie und Anatomie von *Plea minutissima* Leach. Zoolog. Jahrb. Bd. 32. Abt. f. Syst.

Wesenberg-Lund, 1911. Über die Respirationsverhältnisse bei unter dem Eise überwinternden, luftatmenden Wasserinsekten, besond. der Wasserkäfer u. Wasserwanzen. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrograph. Bd. III S. 467—486.

Petrographisch-chemische Untersuchungen an Gesteinen von der Perlenhardt im Siebengebirge.

Von

Anna Hoepfner
aus Berlin.

Mit 2 Textfiguren.

Inhaltsübersicht.

Seite

A Die Eruptivbreccie und das hellgraue Gestein 83
I. Petrographischer Teil 85
1. Die Eruptivbreccie und ihre Einschlüsse 88
2. Das hellgraue Gestein im Kontakt mit der Eruptivbreccie 93
II. Chemischer Teil 97
1. Analyse des hellgrauen Gesteins 97
2. Die chemische Zusammensetzung der Eruptivbreccie 103
B. Die Einschlüsse in dem hellgrauen Gestein 106
I. Konkretionen 106
1. Konkretionen mit vorwaltendem Feldspat . . . 106
2. Feldspatkonkretionen mit reichlichem Gehalt an Hornblende, Augit und Glimmer 110
II. Einschlüsse selbständiger Natur 117
1. Bruchstück einer Trachytabart 117
2. Metamorphosierte Schieferfragmente 118

Der Kuppenkette, die sich vom Drachenfels aus in ostnordöstlicher Richtung parallel dem Rhöndorfer Tal durch das Siebengebirge hinzieht, schließt sich bei Ittenbach als letztes Glied die Perlenhardt an, eine kleine, unscheinbare Erhebung, die nach Zehler ihren Namen wahrscheinlich nach dem durch schneeweiße Plagioklaskörnchen gefleckten, perlenartigen Aussehen ihres Gesteins führt[1]). Auf der Ost- und Westseite des rings von Gebüsch umgebenen Bergrückens ragen die in grobe Pfeiler abgesonderten Felsmassen empor, welche durch einen langjährigen Steinbruchbetrieb bloßgelegt sind. Diese prächtigen Aufschlüsse gestatten eine eingehende Beobachtung des hellgrauen Gesteins, das infolge der ausgezeichnet porphyrischen Struktur als der beste Vertreter des Drachenfelstypus gilt. Es ist einem in der Tiefe der Perlenhardt anstehenden, dunkelfarbigen und sehr harten Gestein von brecciösem Habitus aufgelagert, das sofort durch stark hervortretende Fluidalstruktur, sowie durch die äußerst zahlreichen hellen Einschlüsse, die nahezu die Hälfte der Gesamtmasse ausmachen, auffällt. Dieses bisher in der Literatur nicht erwähnte grau- bis grünlichschwarze Gestein hat Herr Geh. Bergrat Professor Dr. Busz in dem kleineren, westlichen Steinbruch aufgefunden. Auf seine Anregung wollte ich versuchen, dieses Vorkommen in seinen Lagerungsverhältnissen an Ort und Stelle zu studieren. Es war aber der Beobachtung nicht mehr zugänglich, da in diesem Steinbruch, der schon seit mehreren Jahren nicht mehr ausgebeutet wird, das Wasser bis zu 3 m Höhe gestiegen war.

Um den engeren genetischen Zusammenhang dieses breccienartigen Gesteins mit dem darauflagernden „Drachen-

---

1) J. G. Zehler, Das Siebengebirge und seine Umgebungen nach den interessanten Beziehungen dargestellt. Crefeld 1837. S. 114.

fels-Trachyt“ klarer überblicken zu können, wurde auch dieser zum Gegenstand der Untersuchung gemacht. Dies schien um so mehr berechtigt, als die früheren Forscher in ihren Arbeiten ausschließlich die mineralogische Zusammensetzung, wie sie sich im Mikroskop offenbart, berücksichtigten, hingegen auf die Ausführung chemischer Analysen keinen oder nur geringen Wert legten. Es sind nur wenige Analysen vom Drachenfelstrachyt und seinen Mineralien vorhanden, die zudem meist veraltet und vielfach lückenhaft und unzuverlässig sind. Da aber die sichere Charakterisierung eines Gesteins ohne genaue chemische Kenntnis desselben nicht möglich ist, bildet die Ermittlung der chemischen Zusammensetzung des Perlenhardter Gesteins einen Bestandteil der vorliegenden Arbeit.

Weiterhin soll auch den Einschlüssen des Gesteins eine besondere Untersuchung gewidmet werden Sie sind teils endogener, teils exogener Natur. Zu den ersteren gehören bisher nicht beschriebene, feinkörnige Konkretionen von sanidinitartigem Habitus, sowie dunklere, trachytähnliche Einschlüsse, die von v. Rath[1]) und Pohlig[2]) als Bruchstücke einer Trachytabart angesehen wurden, während Laspeyres[3]) ihre Stellung zum umhüllenden Gestein klarer erkannte und sie als magmatische Tiefenausscheidungen deutete. Eine nähere Beschreibung fehlt bei allen diesen Autoren. — Bei weitem vorherrschend sind metamorphe Schieferfragmente, die zwar von Pohlig[4]) beschrieben sind, die aber inbezug auf ihre Entstehung wohl nicht immer ganz zutreffend von ihm erkannt wurden. —

1) v. Rath, Beiträge zur Petrographie. Zeitschrift der dtsch. geolog. Gesellsch. Berlin 1875. S. 330.

2) H. Pohlig, Die Schieferfragmente im Siebengebirger Trachyt von der Perlenhardt bei Bonn. Tscherm. Mitt. III. 1881. S. 341.

3) H. Laspeyres, Das Siebengebirge am Rhein. Verh. d. Naturh. Ver. d. pr. Rh. u. W. Jg. 57, Bonn 1900. S. 323.

4) H. Pohlig, l. c. S. 336–363.

Somit wäre auch betreffs der Einschlüsse noch manches zu sagen.

Die Anregung zu dieser Arbeit erhielt ich durch Herrn Geh. Bergrat Prof. Dr. Busz, der mir auch das zum größten Teil von ihm selbst gesammelte Material in liebenswürdiger Weise zur Bearbeitung überließ und mir während meiner Untersuchungen stete, fördernde Hilfe gewährte. Ich sage ihm auch an dieser Stelle aufrichtigen Dank.

Petrographische Untersuchung der Eruptivbreccie.

Das unter dem „Trachyt“ anstehende Gestein, das schon makroskopisch als Eruptivgestein von breccienartigem Habitus gekennzeichnet ist und im folgenden unter dem Namen Eruptivbreccie angeführt werden soll, besitzt bei anscheinend deckenartiger Ausbreitung eine nur geringe Mächtigkeit. Es ist ein dichtes, dunkles Gestein von graugrüner Farbe und splitterigem Bruch. Seine Härte liegt zwischen 5 und 6. Als etwas größere Ausscheidungen treten aus dem sonst völlig dichten Gefüge nur glänzende, sechsseitige Glimmerblättchen, weiße bis gelblich trübe Feldspatkörner und vereinzelt dunkle, prismatische Hornblendekristalle hervor. Die erwähnte eigenartige Struktur zeigt sich besonders auf dem Querbruch und wird durch die zahlreichen Einschlüsse, um welche sich die „Grundmasse“ als zähflüssiges Magma stromartig gewunden zu haben scheint, verstärkt. Unter diesen letzteren sind unregelmäßig begrenzte eckige, seltener abgerundete Bruchstücke trachytischer Natur bei weitem vorherrschend und heben sich durch ihre licht- bis blaugraue, bisweilen rostbraune Farbe deutlich von dem dunklen Grunde ab. Sie sind von wechselnder Größe. Neben Einschlüssen mit einem Durchmesser von 2—5 cm finden sich sehr häufig solche von Haselnuß- und Erbsengröße. Viele treten erst im Mikroskop hervor, dann aber in solcher Zahl, daß der Schliff dadurch ein geflecktes Aussehen erhält und man

den Eindruck gewinnt, als sei feinster Trachytstaub in das Magma gefallen.

Außer den Trachytbrocken sind, wenn auch spärlich, Grauwackestücke und metamorphosierte Schieferfragmente von der Lavamasse umhüllt.

Dieses makroskopische Bild wird durch die Beobachtung im Dünnschliff bestätigt und ergänzt. Die Struktur des Gesteins ist deutlich porphyrisch; als Einsprenglinge finden sich hier außer Biotit, Feldspat und Hornblende auch Apatit, etwas Augit und sehr viel Eisenerz.

Die glasreiche Grundmasse ist im allgemeinen nicht differenzierbar. Nur winzige Feldspatleistchen und dunkle Magnetitkörner sind darin zu erkennen. In der Hauptsache aber besteht sie aus isotropen, grauen, stellenweise durch Verwitterung des Eisenerzes gelbbraun gefärbten, schlierenförmigen Massen, zu denen sich reichlich eine gelbliche, glimmerige Substanz gesellt, die durch ganz schwachen, aber deutlichen Pleochroismus von farblos nach gelblich, sowie durch die hohen Interferenzfarben bei gekreuzten Nicols an Biotit erinnert. Diese glimmerähnlichen und die isotropen Schichten schmiegen sich innig um die größeren Ausscheidungen und Einschlüsse herum, sodaß dadurch auch im Mikroskop die Fluidalstruktur hervortritt.

Allen Einsprenglingen ist eine fragmentare Ausbildung eigen. Vollständige Kristalle wurden fast nie beobachtet, was darin seinen Grund haben mag, daß die massenhaft eingeschlossenen Bruchstücke der Bewegung des Magmas bedeutenden Widerstand entgegengesetzt und so eine Zertrümmerung der bereits ausgeschiedenen Mineralien bedingt haben.

Feldspat ist der herrschende Gemengteil. Zu dem monoklinen Alkalifeldspat tritt in wechselnder Menge, meist aber reichlich, Kalknatronfeldspat hinzu. Die in der Regel zerbrochenen Kristalle sind vollkommen frisch und fast einschlußfrei; nur ganz vereinzelt umschließen sie opake Körnchen und feinste Interpositionen, deren Natur wegen ihrer geringen Dimensionen nicht näher be-

stimmt werden konnte. Sie zeigen gewöhnlich geradlinige Umrisse. Hin und wieder jedoch sind sie nicht scharf gegen die Grundmasse abgegrenzt, sondern gehen allmählich darin über. Spaltrisse treten an kleineren Individuen nicht auf; bei den größeren hat sich auf ihnen vielfach Eisenhydroxyd abgesetzt.

Statt der zerbrochenen Formen, die der Feldspat und die anderen Mineralien aufweisen, zeigt der Biotit wellenförmige Deformationen, die aber auf dieselbe Ursache, nämlich auf den Druck des fließenden Magmas, zurückzuführen sind, was sich aus der Lagerung der Biotitblättchen, die den fluidalen Windungen der Lavamasse folgen, ergibt. Im Schliffe finden sich vorwiegend Längsschnitte, deren einzelne Lamellen häufig gegeneinander verschoben sind. Magmatische Resorption und Zersetzungserscheinungen wurden kaum wahrgenommen. Der Pleochroismus ist kräftig, b-c tiefbraun, a hellgelb.

Hornblende ist in manchen Schliffen reichlich, in anderen spärlicher vorhanden. Sie ist von bräunlichgrüner Farbe und läßt bisweilen noch gute Querschnitte mit dem charakteristischen Winkel der Spaltrisse erkennen. Randliche Auflösung durch das Magma ist auch hier äußerst selten zu beobachten. Dies steht im Einklang mit den Untersuchungen Doelters[1]), nach denen die Korrosionserscheinungen an Biotit und Hornblende um so weniger ausgeprägt sind, je größer der Glasgehalt der Grundmasse ist, was Becke auf Unterkühlung zurückführt.

Augit, der nur in ganz unregelmäßigen Fetzen vorkommt, ist farblos bis lichtgrün gefärbt und ohne wahrnehmbaren Pleochroismus.

Opakes Erz ist in so beträchtlicher Menge vorhanden, daß es zum großen Teil die dunkle Farbe des Gesteins bedingt. Es ist in äußerst winzigen Partikelchen im Gesteinsgewebe eingestreut und kommt auch als Einsprengling in gut ausgebildeten Kristallen mit stahlblauem

---

1) C. Doelter, Petrogenesis. Braunschweig 1906. S. 111.

Schimmer und starkem Metallglanz vor. Öfters bildet es lappige, wie zerhackt aussehende Partien, die sich den isotropen, schlierenförmigen Schichten eng anschmiegen und alle Biegungen und Windungen derselben mitmachen. Häufig hat sich infolge von Oxydationserscheinungen rostbraunes Eisenhydroxyd gebildet, das den angrenzenden Lagen eine braungelbe Färbung verleiht. Ob dieses Erz aus Magnetit oder Ilmenit besteht, läßt sich nicht immer mit Sicherheit entscheiden. Jedenfalls bezeugen die sechsseitigen Querschnitte, welche manche Körner aufweisen, sowie charakteristische, skelettartige Wachstumsformen, die mehrfach beobachtet wurden, daß wenigstens ein Teil der dunklen Erzkörnchen dem Titaneisen angehört.

Apatit ist ziemlich gleichmäßig, wenn auch nicht gerade häufig, im Gestein verbreitet. Es kommt sowohl in unregelmäßigen Körnern als auch in kurzen, verhältnismäßig dicken Säulchen mit deutlicher Quergliederung und zuweilen pyramidaler Endigung vor.

Gelegentlich tritt auch Zirkon in kleinen, gedrungenen Prismen in den Bestand der Lavamasse ein und ist an seiner rauhen Oberfläche und den hohen Interferenzfarben leicht kenntlich.

Die Einschlüsse in der Eruptivbreccie.

Die dieser so charakterisierten „Grundmasse“ eingelagerten Einschlüsse erweisen sich auch im Dünnschliff als fremde, von der Lava aufgenommene, aber nicht verarbeitete Bruchstücke. Man erkennt hier noch besser, als es mit dem bloßen Auge möglich war, wie das Magma sich schlierenförmig um die unregelmäßig begrenzten Fragmente gewunden hat. Doch haben diese ihren normalen Habitus fast gänzlich bewahrt. Die einzige Erscheinung, welche auf eine schwache kaustische Veränderung hindeuten würde, wäre, daß die Einschlüsse bisweilen, eine durch starke Anreicherung der Erzpartien veranlaßte, dunkle Umgrenzung zeigen, um welche sich gewöhnlich eine trüb-

braune, von Eisenhydroxyd völlig durchtränkte Zone lagert. Eine weitere tiefergreifende Metamorphose konnte nicht festgestellt werden, woraus geschlossen werden muß, daß das Magma bei Aufnahme der Bruchstücke keine sehr hohe Temperatur gehabt haben kann.

Auch im Mikroskop erweist sich die Zahl der Einschlüsse, die dem Grundgebirge entstammen, als außerordentlich gering. Es sind devonische Grauwackestücke, welche sich in nichts von einer gewöhnlichen Grauwacke unterscheiden, und Sanidingesteine, die neben dem vorherrschenden Feldspat noch Biotit, Magnetit und bisweilen Spinell enthalten und durch Mineralbestand und Textur ihre Herkunft von kristallinen Schiefern verraten, aus denen sie durch Einwirkung hoher Temperaturen hervorgegangen sind. Auf sie soll erst bei Besprechung ähnlicher Einschlüsse in dem hellgrauen Trachyt näher eingegangen werden.

Ungleich häufiger treten Einschlüsse von vulkanischer Natur auf. Im Gegensatz zu dem wechselvollen Aussehen, das sie der makroskopischen Beobachtung darbieten, tragen sie hinsichtlich der Mineralzusammensetzung und der Ausbildung der einzelnen Gemengteile ein wesentlich gleiches Gepräge, das im folgenden an einem typischen Beispiel näher charakterisiert werden soll.

Die Grundmasse ist hyalopilitisch entwickelt und enthält neben winzigen Magnetitkörnchen und feinen, stellenweise deutlich fluidal struierten Feldspatleisten reichlich Glas ausgeschieden, das öfters farblos ist, häufiger jedoch infolge kleinster Interpositionen gelblichbraun gefärbt erscheint.

Unter den Einsprenglingen überwiegt zwar nicht der Größe, aber doch der Zahl nach der Feldspat, der, wie die Zwillingsstreifung bei gekreuzten Nicols erkennen läßt, zum großen Teil der Gruppe der Plagioklase angehört. Überall zeigt er beginnende Zersetzung durch stellenweise auftretende Trübungen. Einschlüsse finden sich im Feldspat nur selten; wenn solche vorkommen, sind es kleine

Magnetitkörner, kurze, wasserklare Apatitnadeln und rundlich begrenzte Glaseinschlüsse. Hin und wieder konnte Zonarbau beobachtet werden; doch heben sich die Zonen nicht scharf voneinander ab.

Der Biotit ist stark in Umwandlung begriffen. Er weist deutliche Spuren magmatischer Resorption auf, der zufolge sich ein dichter Kranz von dunklen Erzkörnchen ausgeschieden hat; außerdem haben sich auch auf den Spaltrissen und sogar rund um die von dem Glimmer eingeschlossenen Feldspatstückchen Magnetitkörner in großer Zahl gebildet, und öfters ist die Grundmasse zungenförmig in das Innere eingedrungen, sodaß die Kristalle ein zerhacktes und zerfressenes Aussehen angenommen haben. Querschnitte sind durch eine dunkelrotbraune Färbung ausgezeichnet. Längsschnitten ist ein kräftiger Pleochroismus von bräunlichgelb nach rotbraun eigen. Die Lamellen sind zuweilen infolge von Druckwirkungen geknickt und zerbrochen.

Von der Hornblende, die ebenfalls in dem Gesteinsbestand einen wesentlichen und ziemlich häufig vorkommenden Gemengteil bildet, sind zumeist nur die Umrisse geblieben, auf welchen sich ein breiter Saum von opakem Erz gebildet hat, während das Innere gewöhnlich leer ist oder mit einem farblosen bis grünlichen Verwitterungsprodukt erfüllt wird. Nur in ganz seltenen Fällen haben sich Reste der Hornblendesubstanz erhalten, die einen kräftigen Pleochroismus von gelbgrün nach bräunlichgrün zeigen und die typische Spaltbarkeit nach den Prismenflächen erkennen lassen.

Tridymit wird in einigen Schliffen gänzlich vermißt, in den meisten Einschlüssen aber findet er sich in dachziegelartig aufeinanderlagernden Blättchen allenthalben im Gesteinsgewebe verteilt, besonders gern in der Nähe von Hohlräumen.

An Erz führt das eingeschlossene Bruchstück reichlich Magnetit, der nicht nur in äußerst winzigen Partikelchen in der Grundmasse vorhanden ist, sondern sich auch

in größeren Körnern und willkürlich begrenzten Fetzen darin ausgeschieden hat und nicht selten von einer Eisenhydroxydzone umgeben ist.

Mehrfach wurden kleine, lebhaft glänzende Schüppchen von Eisenglanz beobachtet, die sich durch ihre leuchtend rote Farbe kennzeichnen.

Im ganzen wenig verbreitet ist unter den Akzessorien der Apatit. Er wird in Gestalt dünner Nadeln von Feldspat eingeschlossen und findet sich auch in deutlich quergegliederten Prismen in der Grundmasse verteilt. Im allgemeinen wasserklar durchsichtig, erhält er bisweilen durch zahlreich eingelagerte Interpositionen ein bestäubtes Aussehen.

Mit Zirkon, dessen abgerundete Körnchen erst bei stärkerer Vergrößerung durch die leuchtenden Interferenzfarben und das hohe Relief gut sichtbar werden, ist der Bestand der Nebengemengteile erschöpft.

Abweichungen von diesem Habitus werden vorwiegend durch eine verschiedene Ausbildungsweise der Grundmasse bedingt, deren Gehalt an Glas so weit zurücktreten kann, daß ein filziges Gewebe von Feldspatmikrolithen und Magnetitkörnchen entsteht. Bei größerer, leistenförmiger Ausbildung des Feldspats und fluidaler Anordnung der einzelnen Kristalle geht die Struktur von der pilotaxitischen in die typisch trachytische über. Vielfach ist die Grundmasse so schnell erstarrt, daß die Feldspatleistchen nicht zur Ausscheidung gelangen konnten; nur hin und wieder haben sich in dem trüben, oft durch Infiltration von Brauneisen braungefärbten Glase globulitische Mikrolithen gebildet. In seltenen Fällen fehlen auch diese, und die Einsprenglinge liegen in einer vollkommen klar durchsichtigen, goldgelben Glasmasse eingebettet.

Geringere Unterschiede werden auch durch die Art und das gegenseitige Mengenverhältnis der porphyrisch ausgeschiedenen Mineralien hervorgerufen. Neben den an Zahl zurücktretenden Gesteinseinschlüssen, in denen nur Feldspat und Magnetit als intratellurische Bildungen vor-

handen sind, Hornblende, Biotit und Augit dagegen vollständig fehlen, kommen häufiger solche vor, in denen die Magnesia-Eisensilikate wesentliche Bestandteile bilden. Unter den letzteren ist Biotit das verbreitetste und für die Einschlüsse das am meisten bezeichnende der Bisilikat-Minerale. In den Fällen, wo die magmatische Einwirkung noch nicht so weit vorgeschritten ist und sich erst ein zarter opacitischer Rand gebildet hat, wird er mit gelben oder braunen Farbentönen durchsichtig, während bei den stärker korrodierten Glimmerblättchen die rotbraune Farbe vorherrscht.

Mit dem Biotit ist in sehr vielen Einschlüssen Hornblende vergesellschaftet, die kaum in frischem Zustande beobachtet wurde.

Statt Hornblende kann sich zu dem Biotit ein diopsidischer Augit gesellen, dessen Menge erheblichen Schwankungen unterworfen ist, die aber niemals der des Amphibols gleichkommt. Er zeigt stets ein zerfetztes Aussehen. Pleochroismus ist an den hellgrünen, prismatisch ausgebildeten Kristallen nicht zu erkennen.

Auffallend ist, daß Titanit, der im ganzen nur in etwa 4 Einschlüssen wahrgenommen wurde, nur in solchen vorkommt, die neben Feldspat wohl Glimmer und Augit führen, Hornblende dagegen vermissen lassen. Er tritt entweder in etwas gerundeten, spindelförmigen oder in den typisch spitzrhombischen Kristallen auf, denen ein zwar schwacher, aber deutlicher Pleochroismus von fast farblos nach hellweingelb eigen ist.

Diese zuletzt erwähnte, kleinere Gruppe von Einschlüssen, die in einer mehr oder minder glasreichen Basis an wesentlichen Bestandteilen Orthoklas, reichlich Plagioklas, viel Glimmer und wenig Augit, an akzessorischen Mineralien Magnetit, Zirkon, Titanit und öfters auch Tridymit ausgeschieden enthalten, zeigen hinsichtlich ihrer Gemengteile eine sehr weitgehende Übereinstimmung mit dem Drachenfelstrachyt. Die übrigen Bruchstücke dagegen schließen sich bezüglich des Mineralbestands enger an die

sie umhüllende Lavamasse an und weisen deutlich auf einen gemeinsamen Ursprung mit dieser hin.

Die Entstehung der Eruptivbreccie und ihre Beziehungen zu den Einschlüssen lassen sich vielleicht durch die folgende Annahme erklären: Durch Abkühlung von oben ist die äußere Kruste der in einem Eruptionstrichter stehenden Lava allmählich fest geworden, doch so, daß sich die Grundmasse infolge des darunter liegenden, glutflüssigen Magmas, das eine zu schnelle Temperaturabnahme verhinderte, wenigstens zum Teil kristallin ausbildete. Ein plötzlicher, explosionsartiger Ausbruch hat dann, noch vor der Bildung des eigentlichen Perlenhardter Gesteins, die erstarrte Decke zersprengt. Die emporquellende Lava, die Reste von Schiefer und Grauwacke mit sich führte, schloß die Bruchstücke der zersprengten Rinde in sich ein und breitete sich stromartig an der Oberfläche aus, wodurch das Gestein seinen fluidalen Charakter erhielt.

So würde sich einerseits ganz zwanglos erklären, daß die überwiegende Mehrzahl der eingelagerten Fragmente in mineralogischer Beziehung eine so nahe Verwandtschaft mit der Eruptivbreccie aufweist, andererseits wäre auch die glasige Ausbildung der Grundmasse in der Lava vollkommen verständlich, da die nur dünne Schicht der Eruptivbreccie an der Erdoberfläche sehr bald erkalten musste.

Der Trachyt im Kontakt mit der Eruptivbreccie.

Über der im Durchschnitt 10 cm dicken Lage der Eruptivbreccie ist das eigentliche Perlenhardter Gesteinsmassiv ausgebreitet. Es ist fest mit seiner Unterlage verbacken, doch ist die Grenze auch bei makroskopischer Beobachtung stets scharf zu verfolgen, was schon darauf schließen läßt, daß die zuerst emporgedrungene schwarze Lava völlig erkaltet war, als ein neuer Ausbruch das trachytische Gestein zutage förderte.

Eigenartig sind die Wirkungen, die dasselbe im Kontakt mit der Eruptivbreccie erlitten hat. Infolge der schnelleren Abkühlung unmittelbar an der Grenze zeigt die Grundmasse bis zu einem halben Meter Entfernung von der Berührungsstelle eine dichtere Ausbildung. Gleichzeitig beobachtet man am Gestein einen auffallenden Farbenwandel, der von grauschwarzbraun über braun und rosa allmählich in die perlgraue Farbe des Trachyts übergeht. Doch sind die Färbungen wesentlich auf die Basis beschränkt. Die hellen Feldspateinsprenglinge sind im allgemeinen klar geblieben. Nur hin und wieder zeigen sie ein gelblich trübes Aussehen. Dieses ist aber ebenso wie das Brauneisen, das sich als hauchartiger Anflug in zierlichen Dendriten auf dem Gestein abgeschieden hat, dem Einfluß der Atmosphärilien zuzuschreiben. Es scheint fast, als ob die Sanidinausscheidungen an Größe und Zahl gegen den Plagioklas zurücktreten; zum wenigsten wurden nicht annähernd so große Kristalle wahrgenommen, wie sie für das normale Gestein so charakteristisch sind.

Häufig sind schwarze, lebhafte glänzende Glimmerblättchen beobachtet worden.

Augit, der an der Grenze weniger in die Erscheinung tritt, nach oben hin aber reichlich zu finden ist, ist fast nur noch an den Umrissen der durchweg stark zersetzten Kristalle zu erkennen. An Stelle der ursprünglichen Augitsubstanz ist ein grünlichgraues, faseriges Verwitterungsprodukt getreten.

In großer Zahl sind weingelbe Titanitkristalle mit starkem Diamantglanz und von ausgezeichnet kristallographischer Begrenzung vorhanden.

Klare, mit gelblicher Farbe durchsichtige, prismatisch ausgebildete Apatitkristalle sind ebenso wie in dem hellgrauen Trachyt vereinzelt wahrgenommen.

Opake, milchweiße Tridymitblättchen und aufgewachsene Quarzkristalle, mit welchen die Wandungen der Drusenräume des darüber lagernden Trachyts so reichlich bekleidet sind, wurden fast gänzlich vermißt.

Dünnschliffe wurden von den verschiedensten Stellen der Übergangszone angefertigt, um etwaige Änderungen in der mineralogischen Beschaffenheit verfolgen zu können. Es waren jedoch solche trotz des hervortretenden Farbenwandels auch im Mikroskop nicht zu beobachten, vielmehr zeigte sich, daß dieser nur von der Farbtönung der Grundmasse abhängt, die stark von Eisenhydroxyd durchtränkt ist. Das Auftreten des letzteren erklärt sich durch die in der Eruptivbreccie an der Grenze massenhaft angereicherten Magnetitlagen, die ihren Metallglanz völlig verloren haben, und deren Umwandlung zu Limonit bereits so weit vorgeschritten ist, daß eine allmähliche Infiltration der Basis des darüberlagernden Trachyts mit Brauneisen erfolgen konnte. Die Anhäufung des Eisenerzes in der Eruptivbreccie mag wohl eine Folge der Hitzewirkung sein, der das Gestein beim Ausbruch des Trachyts ausgesetzt war. — Mit der braunen Färbung ist gleichzeitig eine glasige Ausbildung der Grundmasse zu beobachten; doch nimmt der Gehalt an Glas immer mehr ab, je weiter man sich von der Grenze entfernt. Die erst spärlicher eingelagerten Mikrolithen nehmen an Zahl und Größe zu, bis schließlich ein wirres Gewebe von feinen Feldspatleisten, winzigen Magnetitkörnern und pleochroitischen Biotitschüppchen entsteht, zwischen welchen man die Glasmasse oft nur wie einen schwachen Hauch hervortreten sieht; aber selbst da, „wo sie nicht deutlich erkannt wird, ist ihre Gegenwart als förmlich durchtränkende Basis in hohem Grade wahrscheinlich“ [1]).

Unter den porphyrischen Ausscheidungen waltet der Feldspat entschieden vor. Er ist teils als monokliner, teils, wie die Zwillingsstreifung erkennen läßt, als trikliner Feldspat entwickelt. Der Orthoklas findet sich gewöhnlich in Form großer, unregelmäßig begrenzter Kristalle, welche häufig magmatisch korrodiert sind. Er bildet zu-

1) F. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, II. Bd. Leipzig 1894. S. 374.

weilen Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz und ist vielfach mit größeren Plagioklasindividuen, oft ohne scharfe Grenze, verwachsen. Hin und wieder ist er frisch und durchsichtig, in der Regel aber erscheint er durch beginnende Zersetzung getrübt. In der Nähe der Eruptivbreccie hat sich auf den Sprüngen Eisenhydroxyd in beträchtlichen Mengen abgeschieden. Öfters beobachtet man auch wohl eine Umwandlung in ein grünes, steinmarkähnliches Produkt, das in langen, schlauchartigen Kanälen den Kristall quer durchzieht. Gelegentlich wird Zonarbau durch abweichende Auslöschungsschiefe der einzelnen Zonen, deren Grenzlinien durch eingelagerte Staubpartikeln markiert sind, bemerkbar.

Der Plagioklas tritt in Viellingen auf, welche vornehmlich nach dem Albitgesetz verzwillingt sind. An Einschlüssen ist er ziemlich reich. Man findet neben Magnetitkristallen und zierlichen Apatitnadeln winzige, isotrope braune bis gelbe Körnchen, die wie Glas aussehen und den äußeren Umgrenzungen nicht selten parallel angeordnet sind; gelegentlich treten auch Grundmasseeinschlüsse und ovale, pleochroitische Glimmerschüppchen auf. Nur ausnahmsweise sind die Plagioklaskristalle zertrümmert und die einzelnen Teile gegeneinander verschoben.

Biotit kommt in vollkommen frischen, stark pleochroitischen Tafeln vor. Bisweilen zeigen die Lamellen Spuren mechanischer Deformation, indem sie zu sanft verlaufenden Wellen gebogen sind. Im allgemeinen einschlußfrei, enthält der Glimmer nur selten bunt polarisierende Zirkonkörner, kleine Apatitsäulchen oder scharf umrissene Feldspatkristalle.

Im Gegensatz zu Biotit, der ein hervorragend frisches Aussehen zeigt, ist Augit stark in Umwandlung begriffen. Allenthalben beobachtet man ein grünes, flaseriges Verwitterungsprodukt, das auf das polarisierte Licht nicht mehr einwirkt. Die scharf begrenzten achtseitigen Querschnitte sind durchweg weniger von der Zersetzung betroffen. Sie zeigen deutlich ausgeprägte Spaltbarkeit und

schwachen Pleochroismus von gelblichgrün nach lichtgrün. In Längsschnitten steigt die Auslöschungsschiefe bis zu 45° an, es scheint demnach ein diopsidischer Augit vorzuliegen. Gern ist er mit den übrigen basischen Gemengteilen des Gesteins — Zirkon, Apatit, Titanit, besonders aber mit Erz — vergesellschaftet.

Unter den Nebengemengteilen erlangt der Titanit die größte Verbreitung. Er ist in jedem Schliff in den typisch spitzrhombischen oder spindelförmigen Formen zu beobachten. Die Kristalle, die oft eine ganz beträchtliche Größe besitzen, da sie ja schon makroskopisch häufig wahrgenommen werden können, weisen zumeist ein großes Gewirre von groben Rissen auf und zeigen schwachen Pleochroismus. Der Farbenwandel erstreckt sich von fast farblos nach gelblichgrau.

Von den ziemlich reichlich vorhandenen Erzkörnern dürfte der größte Teil als Magnetit zu deuten sein, wofür schon die Gestalt der Individuen spricht. An einigen Stellen kommen große unregelmäßige Fetzen vor, die ihren Metallglanz völlig verloren haben und in Umwandlung zu Limonit begriffen sind.

Mit Apatit, der in großen, wasserklaren Kristallen auftritt, und Zirkon, dessen gerundete Körnchen sich mit hohem Relief und leuchtenden Interferenzfarben aus der braunen Basis hervorheben, ist der Bestand der Nebengemengteile erschöpft.

Chemische Untersuchung des hellgrauen Gesteins.

Für die chemische Untersuchung wurde ein möglichst frisches Stück ausgewählt, das frei von Drusenbildungen und Schiefereinschlüssen war. Die Analyse wurde im Chemischen Laboratorium von Prof. Dr. Dittrich (Dr. Hecht) ausgeführt und hat die unter I angeführten Werte ergeben.

	I Gewichtsprozente	II Molekularquotienten	III Molekularprozente
SiO_2 [1])	64,33	1,0722	73,01
TiO_2	0,48	0,0060	—
Al_2O_3	17,29	0,1695	11,48
Fe_2O_3	2,78	0,0174	—
FeO	0,52	0,0072	2,84
MnO	0,40	0,0056	0,38
CaO	2,52	0,0450	2,87
MgO	0,97	0,0242	1,65
K_2O	4,40	0,0468	3,17
Na_2O	4,21	0,0679	4,60
P_2O_5	0,13	0,0009	—
Cl	Spur	—	—
H_2O bei 110°	0,64	—	—
Glühverlust	0,98	—	—
Sa.	99,65		100,00

Bei der Berechnung der Analyse auf Molekularproportionen wurde das Wasser vernachlässigt. Phosphorsäure habe ich mit den entsprechenden Mengen Ca O (3 CaO. $P_2 O_5$) in Abzug gebracht, ferner Ti O_2 in äquivalentes Si O_2 und $Fe_2 O_3$ in Fe O umgewandelt. Die auf 100 umgerechneten Molekularprozente stehen unter III.

In Übereinstimmung mit dem mikroskopischen Befund zeigen Mg O und Fe O verhältnismäßig geringe Werte. Sie bringen im Verein mit dem hohen Tonerdegehalt das Vorherrschen der Feldspäte zum Ausdruck.

Dem reichlichen Vorkommen des Plagioklases entsprechend erreicht der Kalkgehalt der Analyse nahezu 3%, was für ein an dunklen Gemengteilen so armes Gestein immerhin bedeutend ist. Da es interessierte, das gegenseitige Mengenverhältnis des monoklinen und triklinen Feldspats angenähert zu erfahren, der Sanidin aber durchschnittlich durch einen nicht unbeträchtlichen Gehalt an Natron ausgezeichnet ist, mußte zuvor die chemische Zu-

---

1) G. v. Rath hat den Kieselsäuregehalt zu 64,56% bestimmt. Vgl. Ztschr. der dtsch. geolog. Ges. 27. 1875, S. 329.

sammensetzung des letzteren festgestellt werden. Nun lag zwar eine Analyse des Sanidins aus dem Gestein der Perlenhardt vor [1]); da sie aber schon aus dem Jahre 1856 stammt, war zu erwarten, daß bei ihr die Alkali-Bestimmung, vornehmlich aber die Bestimmung der relativen Mengen von $Na_2O : K_2O$ nicht genau gemacht wurde. Ich habe daher mit sorgfältig ausgesuchtem Material, das möglichst frei von Beimengungen war, eine neue Analyse vorgenommen. Das Ergebnis ist unter I angeführt, zum Vergleich füge ich unter II die Analyse von Lewinstein hinzu.

	I bei 110° getrocknet	II
SiO_2	62,97	65,26
Al_2O_3	21,75	17,62
Fe_2O_3	—	0,91
CaO	1,08	1,05
MgO	0,26	0,35
K_2O	9,75	11,79
Na_2O	4,23	2,49
H_2O	0,45	—
Sa.	100,49	99,47

Hieraus erhellt, daß mit 9,75% gleich 10,37 Molekülen K_2O stets 4,23% gleich 6,82 Moleküle Na_2O verbunden sind. Berücksichtigt man dies, und nimmt man an, daß das gesamte $(KNa)_2O$ und CaO zur Feldspatbildung gedient hat, so ergibt die Berechnung, daß der Kalifeldspat zum Kalknatronfeldspat sich nahezu wie 4:3 verhält.

Der „Durchschnittsplagioklas" entspricht der Formel Ab_{20} An_5 oder Ab_4 An_1, ist also ein Glied der Oligoklasreihe. Das steht im Einklang mit dem Resultat der Pla-

1) Lewinstein, Zusammensetzung des glasigen Feldspaths. Journal für praktische Chemie. Leipzig 1856. 68. Bd. S. 101.

gioklasanalyse, die v. Rath in seinen „Beiträgen zur Petrographie"[1]) veröffentlichte:

SiO_2	62,18	
Al_2O_3	23,52	
CaO	5,33	
(Natron)	8,97	(aus dem Verlust)
	100,00	

Auch das spez. Gewicht, das ich an einigen mit der Lupe ausgesuchten Körnchen mittels Thoulet'scher Lösung zu 2,643 bestimmte, deutet an, daß der Plagioklas den sauren Gliedern der Albit-Anorthit Reihe zuzuordnen ist.

Der Gehalt der Tonerde übersteigt in der Gesteinsanalyse die Summe der Alkalien und des Kalks um 0,84%; es liegt also nach Osann eine „mit Tonerde übersättigte" Substanz vor. Diese Übersättigung mit Aluminiumoxyd kann bei dem frischen Erhaltungszustand des Analysenmaterials wohl nicht durch Verwitterung erklärt werden. Zum Teil kann sie ihren Grund darin haben, daß der im Glimmer die Alkalien vertretende Wasserstoff außer acht gelassen wurde; in etwa mag sie auch darauf zurückgeführt werden, daß der diopsidische Augit einige Prozent Tonerde enthält. Nach dem Vorschlag von Osann wurde eine dem Tonerde-Überschuß entsprechende Menge (Mg Fe) O als Atomgruppe (MgFe) Al_2O_4 zu C hinzuaddiert, so daß sich folgende Werte ergeben:

$s = 73,01$; $A = 7,77$; $a = 10$; $n = 5,92$. $k = 1,26$.
$C = 3,71$; $c_1 = 4,8$;
$F = 4,05$; $f = 5$.

Die Typenformel lautet darnach:

$$s_{73}\ a_{10}\ c_5\ f_5. \qquad (n = 6).$$

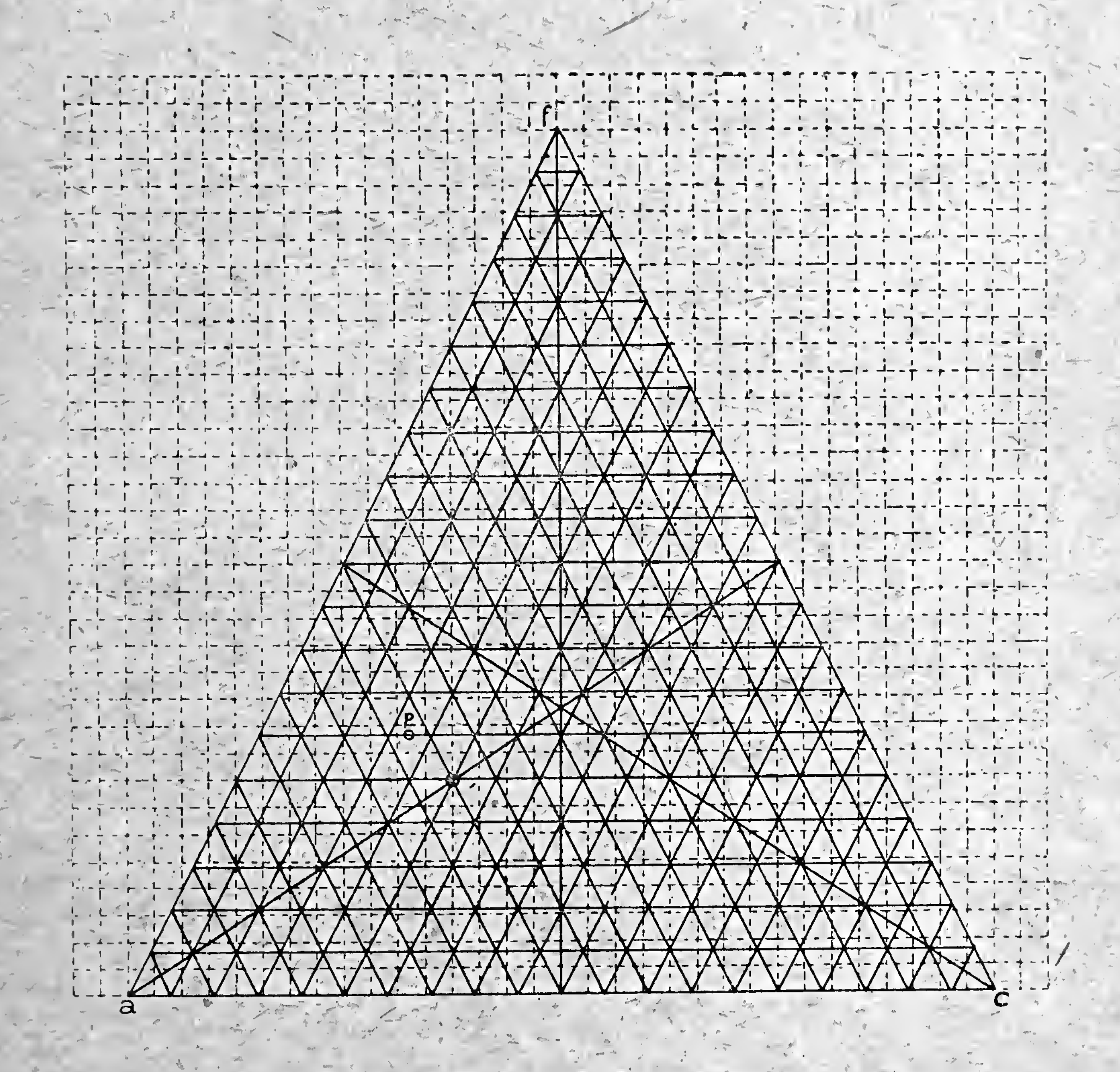
Der Wert für n liegt zwischen 5,5 und 7,5. Das

1) v. Rath, Beiträge zur Petrographie. Ztschr. d. dtsch. geolog. Ges. Bd. 27. 1875. S. 329.

Gestein kann daher als ein Vertreter der Natronvormacht angesehen werden.

Der Faktor k, der das Verhältnis der vorhandenen Kieselsäuremenge zu derjenigen Kieselsäure angibt, welche nötig ist, um alle übrigen Oxyde zu Feldspäten und Metasilikaten abzusättigen, erreicht mit $k = 1,26$ einen so hohen Wert, daß ein nicht unbedeutender Überschuß von kristallisierter Kieselsäure bleibt, der nur zum kleineren Teil als Tridymit in dem Gestein enthalten ist. Denn von den berechneten 14,38% der freien Kieselsäure haben sich nur 3,22% in Kalilauge gelöst; der Rest ist notwendig als Quarz zu deuten, der aber so fein in der Grundmasse verteilt sein muß, daß er mikroskopisch darin nicht nachgewiesen werden konnte.

Der Projektionspunkt für das Gestein ist in die folgende Figur eingetragen.



Ein Versuch, dieses Gestein einem der von Osann aufgestellten Typen einzuordnen, wollte nicht recht gelingen. Am besten ließe sich obige Formel

$$s_{73} \quad a_{10} \quad c_5 \quad f_5$$

vielleicht mit dem Typus Puy de Dôme vergleichen:

$$s_{72,5} \quad a_{10} \quad c_{3,5} \quad f_6.$$

Die Ähnlichkeit dieses Typus mit dem Perlenhardter Gestein wird nicht nur dadurch zum Ausdruck gebracht, daß für beide Gesteinsarten sich der Durchschnittsplagioklas als Oligoklas berechnet, dessen Menge der des Orthoklases nahezu gleichkommt, sondern auch dadurch, daß der Kieselsäuregehalt für das Verhältnis a : c : f reichlich hoch ist und die Analyse einen kleinen Tonerdeüberschuß aufweist. Die Vertreter dieses Typus haben nun in der Literatur die verschiedenste Auffassung gefunden. Während die meisten Forscher sie als Trachyte charakterisieren, reiht Roth[1]) sie in seiner Analysentabelle der Gruppe der Dacite ein. Osann[2]) führt sie in seinem Versuch einer chemischen Klassifikation der Eruptivgesteine zwar noch bei den Trachyten auf, ist sich aber bewußt, daß sie dieser Einordnung nicht unerhebliche Schwierigkeiten entgegensetzen und fügt hinzu, daß durch den hohen Kieselsäurequotienten deutlich eine Annäherung an Andesit hervortritt. Diese Verschiedenheit in der Beurteilung derselben Gesteine beruht aber vorwiegend auf der Unzulänglichkeit der bisherigen petrographischen Systematik, welche nur Orthoklas- und Plagioklasgesteine unterscheidet und keine Zwischengruppen kennt. Die Domite aber und mit ihnen das Perlenhardter Gestein sind weder Alkalifeldspat- noch Kalknatronfeldspatgesteine, sondern werden dadurch charakterisiert, daß sie monoklinen und triklinen Feldspat beide reichlich führen, also Orthoklas-

---

1) Roth, Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. Berlin 1869.

2) Osann, l. c., Bd. XX, S. 411 und 414.

Plagioklasgesteine sind. Das Perlenhardter Gestein ist daher nicht — wie es bisher üblich war — als Trachyt zu bezeichnen, sondern muß dem mittelsauren Typus der Orthoklas-Plagioklasgesteine zugeordnet werden, den Brögger vorläufig mit dem Namen Quarz-Trachyt-Andesit bezeichnet hat [1]).

Chemische Untersuchung der Eruptivbreccie.

Es gelang verhältnismäßig leicht, durch Zerkleinerung der Eruptivbreccie reines Analysenmaterial zu gewinnen, da die dunklen Stücke der fluidal struierten „Grundmasse" sich deutlich von den heller gefärbten Einschlüssen unterscheiden. Die Analyse, die in dem Chemischen Laboratorium von Prof. Dr. Dittrich (Dr. Hecht) ausgeführt wurde, hat die Werte unter I ergeben.

	I Gewichtsprozente	II Molekularquotienten	III Molekularprozente
SiO_2	54,22	0,9037	66,52
TiO_2	1,58	0,0197	—
Al_2O_3	18,22	0,1786	12,87
Fe_2O_3	4,42	0,0276	—
FeO	1,37	0,0190	5,35
MnO	0,28	0,0039	0,28
CaO	3,43	0,0612	3,75
MgO	2,08	0,0520	3,80
K_2O	4,20	0,0447	3,22
Na_2O	3,62	0,0584	4,21
P_2O_5	0,40	0,0028	—
SO_3	0,12	0,0015	—
Cl	Spur	—	—
H_2O bei 110°	4,30	—	—
H_2O bei 1150°	2,07	—	—
Sa.	100,31		100,00

Wie die mikroskopische Beobachtung erwarten ließ, weicht die Eruptivbreccie in ihrer chemischen Zusammen-

1) Vgl. hierüber Brögger, Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. Kristiania 1895. II. S. 19—64, spez. S. 60.

setzung ein wenig von dem darüber lagernden Gestein ab. Sie ist im Vergleich mit diesem — entsprechend dem häufigeren Vorkommen der femischen Gemengteile — ärmer an Kieselsäure. Von den übrigen Säuren sind Titansäure und Phosphorsäure angereichert. Das steht im Einklang mit der Beobachtung, daß in basischen Gliedern einer genetisch zusammenhängenden Gesteinsreihe diese Säuren sowie auch CaO, MgO und FeO etwas angereichert sind[1]).

Der Reichtum an Biotit findet in dem hohen Magnesiagehalt seinen Ausdruck. Der größere Betrag an FeO ist sowohl auf den reichlich auftretenden Glimmer als auch auf die in beträchtlichen Mengen vorhandenen Eisenerze zurückzuführen. Der hohe Wert für Wasser zeigt an, daß die Eisenerze in der Eruptivbreccie als Hydroxyd enthalten sind, während sie bei dem hellgrauen Gestein zum größeren Teil dem Magnetit angehören.

Sehr gut stimmen die beiden Gesteine in dem Gehalt und dem gegenseitigen Mengenverhältnis der Alkalien überein.

Auch darin weisen sie große Ähnlichkeit miteinander auf, daß der Kieselsäurequotient größer als 1 ist, bei beiden also freie Kieselsäure auskristallisieren mußte.

Um mit einem Blick ein anschauliches Bild von der Zusammensetzung dieser Gesteine und ihrer verwandtschaftlichen Beziehungen zu gewinnen, habe ich nach dem Vorgehen Bröggers[2]) in den auf Seite 105 beigefügten Figuren eine graphische Darstellung der chemischen Charakteristik dieser Gesteine gegeben.

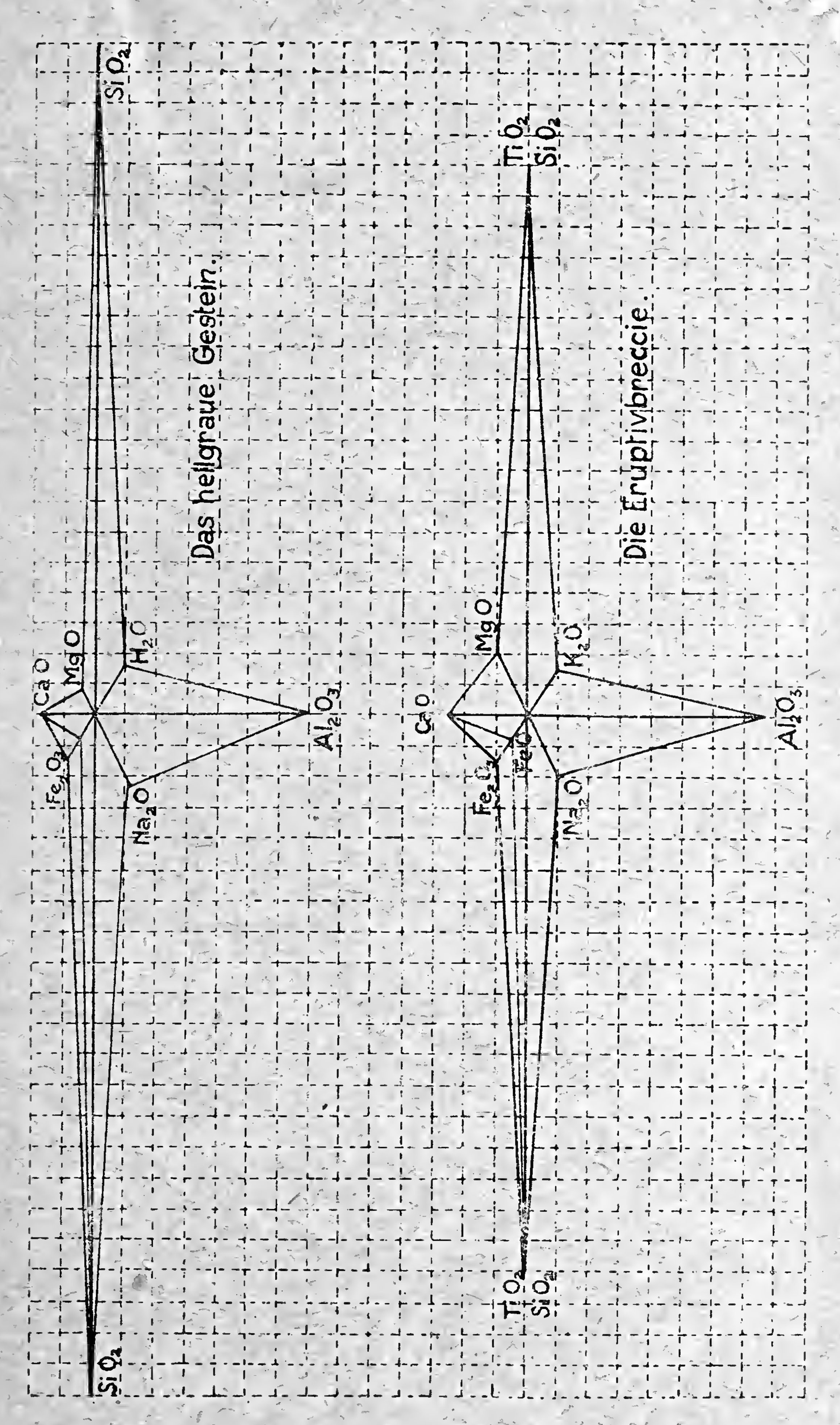
Sie sind beide durch eine in horizontaler Richtung sehr langgestreckte Figur gekennzeichnet, bekunden sich also als Gesteine von saurem Charakter. Die Anordnung der Basen läßt deutlich erkennen, daß in beiden die

---

1) W. C. Brögger, Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. Kristiania 1898. III. S. 248.

2) Brögger, l. c. Bd. III. S. 255.

Alkali-Tonerde-Silikate bei weitem vorherrschend sind. Vergleicht man die Al_2O_3 Linie mit den Linien, welche die Alkalien und das CaO angeben, so zeigt sich, daß



der Gehalt an Tonerde die Summe der Alkalien und des Kalkes übersteigt, beide Gesteine also mit Tonerde übersättigt sind.

Diese graphische Darstellung zeigt noch klarer fast als die vorstehenden Untersuchungen, daß diese Gesteine genetisch eng verbunden sind und der Schluß berechtigt ist, daß sie einem und demselben Magma entstammen. Die sich ergebenden geringen Unterschiede in ihrer mineralogischen und chemischen Zusammensetzung beruhen vorwiegend auf der etwas anderen Verteilung derselben Gesteinskomponenten und haben ihren Grund darin, daß beide Gesteinslaven zu verschiedenen Zeiten dem gemeinsamen Eruptionsherd entströmten.

Die Einschlüsse im Trachyt.

I. Konkretionen.

Die Einschlüsse vulkanischen Ursprungs, die als magmatische Tiefenausscheidungen zu deuten sind, besitzen bei unregelmäßiger Umgrenzung stets eine beträchtliche Größe. Neben Stücken von Faustgröße finden sich nicht selten solche von 30 cm Durchmesser und darüber. Auf Grund der strukturellen und mineralogischen Beschaffenheit kann man bei ihnen unterscheiden zwischen Feldspatkonkretionen, — an deren Aufbau im wesentlichen Sanidin beteiligt ist, — und Einschlüssen von dunklerer Farbe, in denen neben dem vorwaltenden Feldspat die femischen Gemengmineralien reichlich vertreten sind.

1. Feldspatkonkretionen.

Während Sanidinite in den Trachyttuffen des Siebengebirges häufig gefunden wurden [1]), scheinen sie in den Trachyten selbst sehr selten zu sein. Laspeyres er-

1) H. Laspeyres, Das Siebengebirge am Rhein. Verh. d. Naturh. Ver. d. pr. Rh. u. W. Jg. 57, Bonn 1900, S. 166.

wähnt nur ein einziges Vorkommen zwischen Geisberg und Jungfernhardt, wo in dem durch Eisenoxyd ziegelrot gefärbten Scheerkopf-Trachyt statt der größeren Sanidinausscheidungen bis über kopfgroße Konkretionen auftreten, „die aus dicktafelförmigen, divergent gestellten, bis 10 mm großen Sanidinkristallen mit einzelnen Kristallen von Titanit, Augit, Magnetit und auch wohl Eisenglanz bestehen, mithin den grobkörnigen Sanidinitbomben in den Trachyttuffen völlig gleichen, auch in ihrer zelligen Struktur“[1]). Die von mir untersuchten Feldspatkonkretionen aus dem Trachyt der Perlenhardt weisen in mineralogischer Beziehung ebenfalls eine weitgehende Übereinstimmung mit den Sanidiniten aus den Tuffen des Siebengebirges auf, sind aber strukturell sehr von ihnen verschieden. Sie besitzen nämlich ein äußerst feinkörniges Gefüge (Korngröße etwa 1 mm) und zeigen durch das Hervortreten einiger, bis zu 3 mm großen Feldspatkörner, besonders aber durch die ganz vereinzelt beobachteten großen Sanidinausscheidungen, die denen des Trachyts völlig gleichen, eine gewisse Neigung zu porphyrischer Ausbildung. Einige gelblichweiße Einschlüsse sind außerdem durch einen ziemlich reichen Plagioklasgehalt ausgezeichnet, und gerade diese lassen im äußeren Habitus die größte Ähnlichkeit mit den typischen Sanidiniten erkennen und mögen im folgenden zunächst beschrieben werden.

Ihr Gesteinsgewebe baut sich im wesentlichen aus sehr kleinen Feldspatleisten auf, die durch ihre divergentstrahlige Anordnung zahlreiche, unregelmäßige Hohlräume bedingen, in die vielfach nadelförmige gelbe Produkte wie verwitterte, aufgewachsene Kristalle spießig hineinragen, und deren Wandungen häufig von weißen, sechsseitigen Tridymitblättchen bedeckt sind. Neben vorherrschendem Sanidin erkennt man in dem porösen Gefüge makroskopisch noch dunkelbraune Biotitblättchen mit sechs-

1) H. Laspeyres, l. c. S. 353.

seitigem Querschnitt, bröckelige Körnchen von Titanit, die rings von einem bräunlichen Verwitterungsprodukt umgeben sind, und hie und da auch dunkelgrüne, stark glänzende Augitkristalle der gewöhnlichen Form, die sich sehr leicht aus dem Verband herauslösen lassen und in Umwandlung in eine gelblichgrüne, serpentinartige Substanz begriffen sind. Eingewachsene Apatitkristalle wurden an ihrer Löslichkeit in Salzsäure erkannt. Unter der Lupe zeigten sie deutlichen Glasglanz. Sie erreichen eine Größe bis zu 1 mm und weisen auf den Prismenflächen feine Längsstreifung auf.

Die Grenze gegen den umhüllenden Trachyt ist im allgemeinen scharf. Nicht selten haben sich Hohlräume von beträchtlicher Ausdehnung gebildet, an deren Wandungen sich gewöhnlich 2—4 mm große Kristalle von Quarz und Tridymit ausgeschieden haben.

Unter dem Mikroskop jedoch wurden neben scharf begrenzten Partien auch solche gefunden, die deutlich erkennen ließen, wie das umhüllende Gestein sich unregelmäßig zackig in die Konkretion hineinzieht, ohne daß es immer möglich gewesen wäre, eine Grenze zwischen Trachyt und Einschluß anzugeben.

Die Zersetzung der Einschlüsse, die sich makroskopisch durch zahlreiche kleinere, gelbe Flecken einer blätterigen Substanz kundgibt, ist im Dünnschliff vornehmlich am Feldspat zu beobachten, der durchweg ein trübes Aussehen besitzt. Er erscheint in meist leistenförmigen Durchschnitten, die öfter verworrenstrahlig angeordnet sind, hin und wieder auch bei gekreuzten Nicols eine regellose Durchdringung erkennen lassen. Einschlüsse von rundlichen Mikrolithen, winzigen Magnetitkörnchen und spießigen Apatitnadeln sind häufig; spärlicher wurden solche von sechsseitigen Biotitschüppchen wahrgenommen. Größere Individuen, die gewöhnlich aus vielen nach dem Albitgesetz verzwillingten Lamellen sich zusammensetzen, gehören in die Reihe der Kalknatronfeldspäte. Die Zwillingsstreifung durchsetzt in der Regel nicht den ganzen

Kristall, sondern ist auf kleinere, unregelmäßig begrenzte Partien beschränkt.

Augit kommt nur vereinzelt in großen, lichtgrünen Fetzen vor, die sich optisch wie die Pyroxeneinsprenglinge im Trachyt verhalten.

Braune, längliche Biotitblättchen durchspießen die Feldspatleisten und sind oft von Magnetitkörnchen durchsetzt. Sie sind in der Regel sehr frisch und zeigen deutlichen Pleochroismus.

Zierliche, klargelbe Titanitkristalle von der gewöhnlichen Form kommen entweder einzeln zwischen den Sanidinleisten vor oder scharen sich zu mehreren zusammen. Häufig sind sie von oktaedrisch ausgebildetem Magnetit begleitet, der auch sonst in Form opaker Stäbchen oder perlschnurartig aneinander gereihter Körnchen im Gestein recht verbreitet ist. Stellenweise ist der Magnetit in Limonit umgewandelt und dann von einem rostbraunen Hof umgeben.

Außer Tridymit, der in der Nähe der Drusenräume in dachziegelartigen Aggregaten auftritt, führt das Gestein noch Apatit in langsäulenförmigen, oft quergegliederten Kristallen.

Der Farbe nach mit den vorbeschriebenen Einschlüssen übereinstimmend, aber von noch feinerem Korn sind Feldspatkonkretionen, die makroskopisch kaum noch radialstrahlige Gruppierung der Feldspatkristalle erkennen lassen. Unter dem Mikroskop aber sieht man, wie auch hier — und fast noch typischer — die schlanken Feldspatsäulchen sich blumigstrahlig oder fächerförmig aneinanderlegen, zahlreiche, unregelmäßig begrenzte Hohlräume zwischen sich lassend. Die Leisten scheinen durchweg dem Sanidin anzugehören, da sie wohl häufig einfache Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetz bilden, doch niemals die charakteristische Zwillingsstreifung der Plagioklase zeigen und stets gerade Auslöschung haben. Sonst ist das mikroskopische Bild das gleiche wie bei den zuvor erwähnten Konkretionen, nur hat die Zahl der die

Feldspäte durchspießenden, wasserhellen Apatitnadeln noch bedeutend zugenommen, während Augit, der sich schon bei den Einschlüssen der vorigen Gruppe nur in geringem Maße am Aufbau des Gesteinsgewebes beteiligt hatte, aus dem Verband der Gesteinskomponenten ausgeschieden ist.

Petrographisch im engsten Zusammenhang mit diesen zuletzt beschriebenen Konkretionen steht der folgende Einschluß. Von gleicher mineralogischer Zusammensetzung, denselben Strukturverhältnissen und ähnlicher Farbe unterscheidet er sich von den ersteren nur durch einen bedeutend höheren Gehalt an Biotit, der schon makroskopisch stark in die Erscheinung tritt und dem Gestein ein geflecktes Aussehen verleiht. Im Dünnschliff wird der Glimmer, da er vielfach beim Schleifen senkrecht zur Basis getroffen wurde, in der Regel in langen, äußerst schmalen Blättchen sichtbar, die vollständig frisch sind und kräftigen Pleochroismus von gelb nach braun zeigen.

2. Feldspatkonkretionen mit reichlichem Gehalt an Hornblende, Augit und Glimmer.

Diese gelbgrün gefärbten, länglichrunden Einschlüsse gleichen in mineralogischer und struktureller Beziehung vollkommen jener Gruppe von Sanidiniten, die am Laacher See so häufig gefunden wurden, die aber durch das reichliche Vorkommen von Magnesia-Eisensilikaten, mit dem zumeist auch ein nicht unbedeutender Gehalt an Plagioklas verbunden ist, sowie durch die divergentstrahlige Gruppierung der Feldspatkristalle eine Sonderstellung unter den Laacher Sanidiniten einnehmen[1]). Von diesen im allgemeinen grobkörnig struierten Auswürflingen unterscheiden sich die Perlenhardter Konkretionen nur durch die geringere Korngröße, die durchschnittlich nicht mehr

1) Bruhns, Die Auswürflinge des Laacher Sees in ihren petrograph. und genet. Beziehungen. Verh. des Nat. Vereins Jahrg. 48. Bonn 1891. S. 325 ff.

als 2—3 mm beträgt. Doch sind die einzelnen Gemengteile unter der Lupe noch gut zu identifizieren. Der dunkle Farbenton dieser Einschlüsse wird durch winzige, lebhaft glänzende Biotitblättchen, vereinzelte, grüne Augitprismen, vornehmlich aber durch zahlreiche, schwarze Hornblendekristalle hervorgerufen, die in rauhgestreiften und sehr langen Nadeln die Feldspatkörner durchspießen und eine vorzügliche Spaltbarkeit nach dem Prisma erkennen lassen. Der Feldspat ist zum großen Teil als monokliner Feldspat ausgebildet, doch wurden auch reichlich Plagioklaskörner beobachtet, die sich durch ihre gelbliche Farbe von dem glasglänzenden Sanidin unterscheiden. Die Körner sind vielfach in Verwitterung begriffen und heben sich von dem sonst dunklen Gesteinsgrunde scharf ab. Beim Betupfen mit kalter Salzsäure braust das Gestein lebhaft auf, da die durch die lockere Anordnung der Kristalle zahlreich entstandenen Hohlräume mit Calcit erfüllt sind. Dieser ist sekundären Ursprungs. Man kann sich seine Entstehung durch die Annahme erklären, daß der Einschluß der Berieselung durch Mineralquellen, welche reichlich kohlensauren Kalk führten, ausgesetzt war, sodaß alle Poren mit $CaCO_3$ erfüllt wurden[1]). Am Rande des Einschlusses haben sich in größeren Drusen neben zierlichen, quergestreiften Quarzkristallen muschelförmig struierte, spätige Kalkspatkristalle in großer Zahl gebildet, die teils grauweiß gefärbt sind, teils aber von einer dünnen, braunschwarzen Kruste überzogen sind.

Unter dem Mikroskop macht sich der Calcit im gewöhnlichen Licht durch seine deutlich rhomboedrische Spaltbarkeit und bei gekreuzten Nicols durch seine irisierenden Farben leicht kenntlich. In der Regel füllt er die Hohlräume zwischen den Sanidinkristallen aus, denen ein frisches Aussehen eigen ist, und stellt damit seine sekundäre Entstehung durch Infiltration außer Zweifel. Hin und wieder jedoch deutet eine randlich oder im Kern

---

1) Vergl. Bruhns, l. c. S. 304.

des Kalknatronfeldspats beginnende Umwandlung in Calcit darauf hin, daß ein geringer Teil des Kalkspats durch Verwitterung des Plagioklases entstanden ist.

Weitere Zersetzungserscheinungen wurden am Plagioklas nicht beobachtet. Meist kommt er in frischen, wasserklar durchsichtigen Kristallen vor, die häufig wiederholt nach dem Albitgesetz verwachsen sind und in Schnitten nach der Basis und dem Klinopinakoid ein gestreiftes Aussehen haben. Sehr viele Kristalle sind durch Schalenbau ausgezeichnet, der am Rande den kristallographischen Umrissen entspricht, meist aber erst dadurch sichtbar wird, daß beim Drehen des Objekttisches die Zonen verschiedene Auslöschungsschiefe zeigen. An Einschlüssen treten im Feldspat neben Apatit auch kleine Biotitschüppchen und dunkle Erzpartien auf.

Hornblende kommt durchweg in langprismatisch entwickelten Kristallen vor, welche die Größe der Sanidinkörner erreichen können. Nur spärlich wurden auch basale Schnitte beobachtet, die die charakteristische Spaltbarkeit nach den Prismenflächen erkennen lassen. Der Pleochroismus ist kräftig: parallel c braun, parallel b gelbbraun. Von Einschlüssen sind nur einige opake Erzkörnchen hervorzuheben, die sich hin und wieder randlich abgeschieden haben.

Augit ist gewöhnlich etwas kleiner als die Hornblende und findet sich in schlecht begrenzten größeren, prismatischen Schnitten oder in zahlreichen kleineren, inselartig gruppierten Individuen. Er ist von grünlicher Farbe und zeigt nur in vereinzelten Fällen einen ganz schwachen Pleochroismus von olivgrün nach gelblich. Er verwächst bisweilen mit Biotit und Hornblende, die er in unregelmäßig begrenzten Partien umschließt, gewöhnlich ohne daß eine Gesetzmäßigkeit zwischen ihnen zu erkennen wäre.

Biotit tritt in meist kleineren Spaltstückchen von brauner bis gelber Farbe auf. Allenthalben zeigt er Spuren magmatischer Resorption. Die ausgeschiedenen

Magnetitkörnchen haben sich manchmal parallel den Spaltrissen gelagert, häufiger jedoch finden sie sich auf den Umrissen der Glimmerblättchen angereichert. Vielfach sind die Kristalle stark korrodiert und durchlöchert und erwecken den Eindruck, als wären sie der Einwirkung einer intensiven Durchgasung ausgesetzt gewesen.

Titanit kommt gern mit Augit vergesellschaftet vor. Seine keilförmigen Kristalle zeigen gewöhnlich ein etwas trübes Aussehen, lassen aber noch deutlich einen schwachen Pleochroismus von weiß nach lichtbraungelb erkennen.

Außer Magnetit führt das Gestein als Übergemengteil noch Apatit, der nicht nur in Gestalt dünner Nadeln von den übrigen Gesteinskomponenten in überaus großer Zahl umschlossen ist, sondern auch in verhältnismäßig großen, wasserhellen Basisschnitten auftritt.

Im Mineralbestande mit diesen Konkretionen im ganzen übereinstimmend, strukturell aber sehr von ihnen verschieden sind hellgelbgrüne Einschlüsse[1]) eines sehr feinkörnigen Mineralgemenges (Korngröße etwa 1 mm), aus welchem makroskopisch Feldspat, dunkle Hornblendenadeln und braunschwarze, sechsseitige Biotitblättchen unter der Lupe zu erkennen sind, das aber durch die größeren Dimensionen einzelner Gesteinskomponenten ein deutlich porphyrisches Gepräge erhält. Weitaus am häufigsten finden sich unter diesen Einsprenglingen bis zu 5 mm große, schneeweiße Feldspatkörner. Frische glasglänzende Sanidine sind zwar seltener, dafür aber um so größer entwickelt. Ein Einschluß enthält sogar einen Karlsbader Zwilling von nahezu 7 cm Länge, der durch seine rauchgraue Farbe und körnigrissige Beschaffenheit auf den ersten Blick an die vom Trachyt häufig umschlossenen Quarznester erinnert. An vielen Stellen der

1) Auf diese Einschlüsse beziehen sich alle Literaturangaben, die betreffs der Konkretionen, resp. der trachytähnlichen Bruchstücke im Trachyt der Perlenhardt überhaupt gemacht sind.

Oberfläche ist der Kalknatronfeldspat vollständig ausgewittert, wodurch rundliche und zum Teil mit gelben, knospigen Verwitterungsprodukten angefüllte Hohlräume entstanden sind, die vielfach so nahe zusammengedrängt liegen, daß das Gestein ein zelliges bis schwammiges Aussehen erhält. Die Feldspatkristalle werden oft spießartig von schwarzglänzenden Hornblendekristallen durchsetzt, die eine Länge bis zu 15 mm erreichen. Der gelblichgrüne Farbenton wird vornehmlich durch den Feldspat der Grundmasse bedingt, der stark in Verwitterung begriffen ist.

Unter dem Mikroskop erweisen sich die Feldspatleisten in der Grundmasse von der Größe der Sanidinkristalle in den hellen augitführenden Feldspatkonkretionen. Sie vereinigen sich oft zu radialstrahligen oder palmwedelartigen Aggregaten, wodurch einheitliche Feldspatpartien entstehen, über die sich zwischen gekreuzten Nicols beim Drehen des Objekttisches ein dunkler Interferenzstreifen bewegt. Die einzelnen Leisten sind in diesen Aggregaten nicht immer scharf getrennt, sondern gehen allmählich ineinander über. Vielfach wurden Karlsbader Zwillinge beobachtet. Plagioklaskristalle finden sich kaum in der Grundmasse; häufiger konnten sie bei den porphyrisch ausgeschiedenen Feldspäten identifiziert werden, die eine eigenartige Zersetzungserscheinung zeigen: Einzelne Individuen oder knäuelartige Verwachsungen mehrerer Kristalle sind rings von einer sehr breiten Verwitterungsrinde umgeben, die deutlich wahrnehmbaren Pleochroismus von hellnach dunkelgrau zeigt und niedrige Licht- und Doppelbrechung besitzt. Ihr ist ein gekörneltes Aussehen eigen, das besonders bei gekreuzten Nicols hervortritt. Weiter läßt sich über die Natur dieses Umwandlungsproduktes nichts aussagen. Auch bei starker Vergrößerung löst sich der Saum nicht auf, man erkennt nur, daß er spärlich Erzkörnchen umschließt. Außer Apatit enthält der Feldspat sehr häufig regellos sich kreuzende Stäbchen von opakem Erz, die teilweise aus reihenförmig angeordneten, feinsten Magnetitkriställchen gebildet werden.

Die Augitkörner sind durch einen grauvioletten Farbenton ausgezeichnet, der auf einen Titangehalt schließen läßt.

Die übrigen Gemengteile bieten keine Besonderheiten; sie gleichen in Korngröße, Mengenverhältnis und Ausbildungsweise vollkommen den Mineralien der zuvor beschriebenen Konkretionen.

Diese dunklen, reichlich Magnesia-Eisensilikate führenden, sowie auch die vorwiegend aus Feldspat bestehenden Einschlüsse weisen hinsichtlich der mineralogischen Zusammensetzung, der Form und Beschaffenheit der einzelnen Gemengteile eine so weitgehende Übereinstimmung mit dem sie umhüllenden Trachyt auf, daß an einer gemeinsamen Abstammung beider aus einem ursprünglich gleichen Magma nicht gezweifelt werden kann. Doch läßt die Bestimmung der engeren genetischen Beziehung zwischen beiden Gesteinsgruppen noch verschiedene Auffassung zu. Sicher ist nur — die körnige Ausbildung fordert es —, daß die Einschlüsse in der Tiefe sich gebildet haben. Dabei wäre es aber noch sehr wohl möglich, daß diese Auskristallisation in größeren zusammenhängenden Massen erfolgt ist, von denen bei der Eruption des Trachyts Bruchstücke von wechselnden Dimensionen mitgerissen sind[1]). Mit dieser Annahme würde die Ansicht, die v. Rath betreffs der Natur und Bildungsweise der hellgrünen Einlagerungen ausgesprochen hat, ganz gut im Einklang stehen. Er bezeichnet sie in seinen „Beiträgen zur Petrographie“ als „feinkörnige Trachytvarietäten“ [2]), wahrscheinlich, weil sie häufig scharf gegen das umhüllende Gestein abgegrenzt sind und vielfach durch Lufträume von diesem getrennt werden. Meines Erachtens

---

1) Vergl. H. Osann, Über Sanidinite von São Miguel. N. Jahrb. f. Min. 1888. I. S. 129.

2) v. Rath, Beiträge zur Petrographie. Zeitschr. der dtsch. Geol. Gesellsch. 27. Berlin 1875. S. 329.

aber dürfte die Auffassung von Laspeyres[1]), nach welcher die Perlenhardter Einschlüsse Konkretionen im engeren Sinne darstellen, mehr Berechtigung haben, weil neben scharf begrenzten Partien auch häufig solche vorkommen, die einen allmählichen Übergang in den Trachyt erkennen lassen.

Da die außerordentlich feine Korngröße der Gesteinskomponenten, sowie die Neigung zur porphyrischen Struktur andeuten, daß die Kristallisation der Einschlüsse nicht in allzu beträchtlicher Tiefe stattgefunden hat, könnte man sich vorstellen, daß bei dem Ausbruch der Eruptivbreccie das trachytische Magma näher zur Oberfläche gedrungen ist, und daß hier, während einer Pause in der Eruptivtätigkeit sich die Einschlüsse als obere Kruste der Lavamasse gebildet haben[2]).

In den hellgrünen, bis 20 cm großen und durch zahlreiche Hohlräume ausgezeichneten Knollen hat Pohlig[3]) mehrfach Partien von dichtem, weißem Feldspatgemenge, Quarzstücke und Schieferfragmente gefunden und daraus die selbständige Natur dieser Einschlüsse gefolgert. In den mir zur Untersuchung vorliegenden Handstücken waren solche Bruchstücke des durchbrochenen Grundgebirges nicht enthalten. Sie würden aber an sich noch nicht notwendig gegen die konkretionäre Natur dieser Einschlüsse sprechen. Sie könnten, als das trachytische Magma in höhere Regionen stieg, von diesem mitgerissen sein und dann als Kristallisationskerne bei der Ausscheidung der Konkretionen gedient haben.

Eine pyrometamorphe Entstehung aus kristallinen

---

1) H. Laspeyres, Das Siebengebirge am Rhein. Verh. d. Naturh. Ver. d. pr. Rh. u. W. Jg. 57, Bonn 1900. S. 323.

2) Vergl. H. Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. II. 4. Aufl. S. 940, Anmerkung.

3) H. Pohlig, Die Schieferfragmente im Siebengebirger Trachyt von der Perlenhardt b. Bonn. Tscherm. Mitt. III. 1881. S. 341.

Schiefern, wie sie Brauns[1]) für einen großen Teil der Sanidinite aus dem Laacher-See-Gebiet wahrscheinlich gemacht hat, kann für diese Gruppe von Perlenhardter Einschlüssen wegen des reichlichen Vorkommens von Apatit[2]) und des gänzlichen Mangels an pyrometamorphen Mineralien nicht in Betracht kommen.

II. Einschlüsse selbständiger Natur.

1. Bruchstück einer Trachytabart.

Dieser Einschluß ist im Gegensatz zu den Gesteinen der vorigen Gruppe nicht den Konkretionen zuzuzählen, sondern muß als Bruchstück eines präexistierenden Gesteins aufgefaßt werden. Er ist von hellgrauer Farbe und hat durch seine plattige Absonderung, sowie durch sein dichtes Gefüge makroskopisch ganz das Aussehen eines devonischen Schiefers. Jedoch deuten seine große Härte, die zwischen 5 und 6 liegt, sowie weiße Feldspatkörnchen und dunkle Biotiteinsprenglinge, die scharf aus der Grundmasse hervortreten und eine Größe bis zu 1 mm erreichen können, an, daß es sich hier um ein vulkanisches Gestein handelt, welches, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, trachytischer Natur ist.

Die schlecht individualisierte Grundmasse läßt nur Feldspatmikrolithen und winzige Magnetitkörnchen erkennen und hat große Ähnlichkeit mit der Basis des umgebenden Trachyts.

Die Einsprenglinge sind durchweg von kleinen Dimensionen und zeigen stets fragmentare Ausbildung. Man gewinnt den Eindruck, als ob sie bei der Auskristallisation starken mechanischen Deformationen ausgesetzt gewesen

---

1) R. Brauns, Die kristallinen Schiefer und ihre Umbildung z. Sanidinit. Stuttgart 1911.

2) R. Brauns, Über den Apatit aus dem Laacher See-Gebiet. Neues Jahrb. Beil.-Bd. 41, S. 69.

wären. An dem Feldspat, der teils dem Orthoklas, teils dem Plagioklas angehört, ist vielfach undulöse Auslöschung zu beobachten. Die Biotitindividuen, die an Zahl gegen den Feldspat etwas zurücktreten, weisen oft Stauchungen und Aufblätterung der Lamellen auf. Als Übergemengteile sind nur unregelmäßig begrenzte Apatitkristalle und Erz, das nicht selten von Eisenhydroxyd umgeben ist, zu erwähnen.

Kleine Grauwackestücke, die sich hie und da eingelagert finden, schließen im Verein mit der deutlich ausgeprägten porphyrischen Struktur und dem fragmentaren Aussehen der Kristallausscheidungen die Annahme einer konkretionären Bildungsweise aus.

2. Metamorphosierte Schieferfragmente.

Bruchstücke, die dem kristallinen Schiefergebirge entstammen, bilden den weitaus größten Teil der in dem Perlenhardter Trachyt enthaltenen Einschlüsse und sind schon seit langem bekannt. In seinem geognostischen Führer in das Siebengebirge bezeichnet H. v. Dechen[1]) sie als schieferige, streifige Gemenge von durchsichtigem Feldspat und schwarzem Glimmer, deren Herkunft nicht immer klar und deutlich vorliege. Gleichzeitig weist er auf ihre große Ähnlichkeit mit gewissen Vorkommnissen des Laacher-See-Gebiets hin.

Ausführlicher sind die Mitteilungen, die Pohlig[2]) im Jahre 1881 über die Schieferfragmente im Trachyt der Perlenhardt gemacht hat. Auf Grund des äußeren Habitus und der mineralogischen Zusammensetzung unterscheidet er vier untereinander eng verwandte Arten: Harte, dichte Hornfelse, die nur eine geringe Schieferung

---

1) H. v. Dechen, Geognostischer Führer in das Siebengebirge. S. 118.

2) H. Pohlig, Die Schieferfragmente im Siebengebirger Trachyt von der Perlenhardt bei Bonn. Tscherm. Mitt. III. Wien 1881.

aufweisen, nahezu schwarze und meist deutlich geschichtete Chiastolithschiefer, dichte, mangelhaft geschieferte Andalusithornfelse, denen eine eigentümlich fleckige oder marmorierende Verteilung von weißer und dunkler Gesteinsmasse eigen ist, und schließlich sehr spärlich auftretende gneisartige Gesteine, die im wesentlichen aus Biotit, Feldspat und Quarz bestehen und stets flaserige Struktur zeigen. — Hohe Bedeutung legt er den grauen Andalusithornfelsen bei, welche nach ihm makroskopisch neben vereinzelt vorkommenden, schwarzen Hornblendeprismen und büschelförmig gruppierten, farblosen Disthennadeln zahlreiche Andalusitkristalle „mit dem charakteristischen matten Glanz auf den Spaltungsflächen“ [1]) erkennen lassen. Die häufig von einem dunklen Hof umgebenen rhombischen Querschnitte von Andalusit, die bisweilen weißen Gesteinspartien eingelagert sind, bekunden vielfach eine gewisse Neigung zu chiastolithartiger Gestaltung [2]). Sie sind einer Grundmasse eingebettet, die teils ein feinkörniges Mosaik von Quarz darstellt, teils sich aus Haufen von dunklen Körnchen zusammensetzen, in denen Pohlig bei starker Vergrößerung Magnetit, vorzüglich aber grünschimmernde, wohlausgebildete Hornblendekristalle wahrnahm. Als weitere Gemengteile wurden von ihm vereinzelte, weingelbe Körner von Titanit und hie und da auch kleine, säulige Kristalle beobachtet, „die man nach ihrer graulichen Farbe und ihrer Form für Turmalin halten kann“ [3]).

Chiastolith, Titanit und Turmalin habe ich in den mir zur Untersuchung vorliegenden Gesteinen nicht gefunden, dafür nehmen aber Biotit, Korund, Rutil und Pleonast, die ich in den Ausführungen Pohligs vermißt habe, um so häufiger an dem Aufbau dieser Einschlüsse teil. — Die grünen, scharfumrissenen Hornblendekriställ-

---

1) H. Pohlig, l. c. S. 345.
2) H. Pohlig, l. c. S. 345.
3) H. Pohlig, l. c. S. 347.

chen, aus denen nach Pohlig die dunkleren Partien vorzugsweise bestehen, dürften vielleicht mit Pleonast identisch sein, der an der Zusammensetzung der Perlenhardter Schieferfragmente in so hervorragender Weise beteiligt ist. — Ebenso bin ich geneigt, die Andeutungen einer Chiastolithstruktur im Andalusit mit der Umwandlung des letzteren in Pleonast zu erklären. Wenn, wie es wohl vorkommt, der Andalusit sich gleichzeitig randlich und im Innern in dunkelgrünen Spinell umsetzt, mag es vielleicht den Anschein erwecken, als liege Chiastolithbildung vor. — Quarz spielt in den von mir untersuchten Einschlüssen eine ganz untergeordnete Rolle und ist in den äußerst feinkörnig struierten Schichten nicht immer einwandfrei von den zahlreich auftretenden, wasserklaren Feldspatkörnchen zu unterscheiden. — Die garbenförmig gruppierten, lichtgefärbten Disthennadeln, die „von bestimmten Zentren aus die helleren Gesteinspartien radial durchstrahlen“ [1]) und nicht selten Querabsonderung erkennen lassen, würden nach der Beschreibung sehr gut mit den in meinen Schliffen so häufig vorkommenden Sillimanitfasern übereinstimmen.

Betreffs der Entstehung der Schieferfragmente sprach sich Pohlig in seiner ersten Abhandlung vom Jahre 1881 dahin aus, daß sie Bruchstücke der in der Nähe anstehenden Devonschiefer gewesen seien, die ihre Umbildung zu kristallinen Schiefern der hydrothermischen Kontaktmetamorphose durch das glutflüssige trachytische Magma verdanken [2]). Später jedoch, als er Einschlüsse im Andesit der Wolkenburg gefunden hatte, die mit den Bruchstücken im Perlenhardter Trachyt in jeder Beziehung große Ähnlichkeit aufwiesen, trat er der Ansicht von Rosenbusch [3]) und Lasaulx [4]) bei und sah in jenen

1) H. Pohlig, l. c. S. 346.

2) H. Pohlig, l. c. S. 360.

3) H. Rosenbusch, Referat über Pohligs Schieferfragmente im Trachyt der Perlenhardt. Neues Jahrb. I. 1881. S. 387.

4) A. v. Lasaulx, Der Granit unter dem Cambrium des

Schiefereinschlüssen Kontaktprodukte eines unterirdischen Granitvorkommens [1]), auf die der umhüllende Trachyt noch metamorphosierend gewirkt habe.

Zu wesentlich der gleichen Auffassung gelangt Dannenberg in seinen „Studien an Einschlüssen in den vulkanischen Gesteinen des Siebengebirges", wo er auch ganz kurz auf die Schieferfragmente der Perlenhardt zu sprechen kommt [2]). Die eigentliche Herausbildung der kristallinen Schiefer schreibt er dem Einfluß eines in der Tiefe anstehenden erstarrenden Gesteinsmassivs zu, die Entstehung gewisser Mineralneubildungen jedoch, wie die von Spinell und Feldspat, deren Auftreten häufig auf einen engen genetischen Zusammenhang mit Andalusit schließen läßt, sowie die Bildung von zahllosen feinen Glimmerschüppchen führt er — trotz völligen Mangels äußerer Kontakterscheinungen — auf die metamorphosierende Wirkung des einschließenden Eruptivgesteins zurück.

In neuerer Zeit hat R. Brauns [3]) an Hand umfangreichen Materials aus dem Laacher-See-Gebiet nachgewiesen, daß allerdings die kristallinen Schiefer nachträglich tiefgreifende Veränderungen erlitten haben, wodurch ihre Mineralien weitgehend aufgelöst und unter Neubildung von Korund, Spinell, Sanidin u. a. umkristallisiert wurden. Abweichend von Dannenberg aber und anderen Forschern, die über ähnliche Einschlüsse benachbarter Gebiete gearbeitet haben, sieht er die Ursache dieser Umbildung nicht in der unmittelbaren Berührung mit dem

---

hohen Venn. Verhandlg. d. Nat. Ver. d. pr. Rh. u. W., Jahrg. 41. Bonn 1884, S. 423 und 425.

1) H. Pohlig, Gefleckter Hornschiefer mit chiastolithartigen Prismen im Hornblendeandesit der Wolkenburg. Verh. Nat. Ver. Sitzungsber. 42. 1885. S. 258/259.

2) A. Dannenberg, Studien an Einschlüssen in den vulkanischen Gesteinen des Siebengebirges. Tscherm. Mitt. 14. 1895. S. 83.

3) R. Brauns, Die kristallinen Schiefer des Laacher-See-Gebietes und ihre Umbildung zu Sanidinit. Stuttgart 1911.

trachytischen Magma, sondern vornehmlich in den hohen Temperaturen, sowie in der Wirkung heißer Gase, welche lange vor dem Ausbruch des Trachyts die Schiefer von unten durchdrangen. Das gänzliche Fehlen von Bruchstücken eines Tiefengesteins unter den Laacher Auswürflingen, sowie das Vorkommen von Schieferfragmenten mit zwei Generationen von Andalusit[1]), die in Kontaktgesteinen nie beobachtet wurden, veranlaßten ihn, die Quelle der bei der Entstehung und Umschmelzung der kristallinen Schiefer wirksamen Wärme nicht in einem erstarrenden Tiefengestein, sondern in einem in der Tiefe vorhanden gewesenen Magma zu suchen, das allmählich in höhere Regionen empordrang und die für die jeweiligen Umwandlungsvorgänge erforderlichen Wärmemengen lieferte. Diese Auffassungsweise verdient nach Brauns insofern den Vorzug vor der bis dahin herrschenden Ansicht, als „sie gestattet, die so überaus mannigfachen Erscheinungen der Metamorphosen von einem einheitlichen Gesichtspunkt zu betrachten und alle Umwandlungen auf eine Quelle zurückzuführen“ [2]).

Das gleiche Streben nach Vereinheitlichung bewog Brauns auch, diese Entstehungs- und Bildungsweise kristalliner Schiefer, die er für Laacher Auswürflinge wahrscheinlich gemacht hat, für das gesamte Rheinische Schiefergebirge anzunehmen, und die von den Forschern hervorgehobene große Ähnlichkeit, die die Schiefereinschlüsse dieses Gebietes hinsichtlich des Mineralbestandes und der Art der Umwandlungserscheinungen mit denen vom Laacher-See-Gebiet aufweisen, lassen seine Annahme gerechtfertigt erscheinen.

Die mir vorliegenden metamorphosierten Schiefereinschlüsse aus dem Perlenhardter Trachyt stehen zwar

---

1) R. Brauns, Zwei Generationen von Andalusit in kristallinen Schiefern aus dem Laacher-See-Gebiet. N. Jahrb. 1911. II. S. 9/10.

2) R. Brauns, l. c. N. Jahrb. 1911. II. S. 9/10.

den Laacher Bomben an Reichtum und Mannigfaltigkeit ihrer Gemengteile bei weitem nach, doch gestatten sie, die Umwandlungserscheinungen, welche einzelne Mineralien unter dem Einfluß steigender Temperatur erfahren haben, in den verschiedenen Stadien gut zu verfolgen. Sie zeigen fast ausnahmslos den äußeren Habitus von Hornfelsen und bekunden dadurch, sowie durch porphyroblastisch ausgeschiedene Mineralien aus der Andalusitfamilie schon makroskopisch, daß sie großen Hitzewirkungen ausgesetzt waren.

Es sind dichte, graue bis schwarze Gesteine von wechselnder Größe. Stücke von 10—20 cm in Länge und Breite sind keine Seltenheiten; doch wurden auch ebenso häufig solche von $1^1/_2$—2 cm Durchmesser beobachtet. Ihre Gestalt ist meist plattig, scheiben- oder splitterförmig; quaderförmige Einschlüsse kommen nur vereinzelt vor. Die Schieferung ist zum Teil verloren gegangen, zum Teil aber tritt sie durch parallele Anreicherung dunkler Gemengteile deutlich hervor. Einige Stücke zeigen auf dem Querbruch kleine, rundliche Flecken von schwarzer Farbe, die sich im Mikroskop als Anhäufungen von Pleonast und Magnetit erweisen. Fast allen ist eine feinkristalline Ausbildung eigen, die man schon oft mit bloßem Auge, bei den dichteren Bruckstükken erst unter der Lupe wahrnimmt. Doch ist außer den glänzenden Biotitschüppchen nur Feldspat zu unterscheiden, der, wenn er reichlicher und in größeren, spaltbaren Kristallen auftritt, auch die hellere Farbe einiger, verhältnismäßig grobkristalliner Einschlüsse bedingt. Bisweilen erkennt man auf den Schieferflächen lange, weiße, vollkommen zersetzte Nadeln, welche sich unter dem Mikroskop als Korund erweisen.

Die Schiefereinschlüsse sind gewöhnlich scharf gegen den Trachyt abgegrenzt und zeigen nie Spuren einer von dieser Hülle ausgehenden kaustischen Einwirkung. Die kleineren Einschlüsse sind in der Regel fest mit dem umgebenden Gestein verbunden, die größeren lösen sich viel-

fach leicht von dem umhüllenden Trachyt los und sind nicht selten durch kleine Hohlräume davon getrennt. Viele Schieferstücke sind auf der Schichtfläche mit einer braunen Zersetzungsrinde bedeckt, auf welcher sich ähnlich wie auf den Drusenwandungen gut ausgebildete, zierliche Quarzkristalle abgeschieden haben.

Sanidingestein mit Sillimanit und Andalusit, beide in Umwandlung zu Spinell begriffen.

Der grauschwarze, 4:8 cm große Einschluß ist von scheibenförmiger Gestalt und nur 5 mm dick. Biotitlagen verursachen eine ebenschieferige Textur.

Unter dem Mikroskop sieht man, daß dunkle, glimmerreiche Lagen mit breiten hellen wechseln, in denen der Biotit mehr zurücktritt. Die letzteren bestehen aus einem Mosaik frischer, wasserklarer Feldspatkörnchen, das durchsetzt wird von regelmäßig begrenzten Magnetitkristallen und langen Biotitnadeln.

Der Feldspat gehört dem Sanidin an und kennzeichnet sich durch haarfeine Spaltrisse, die an den klareren Stellen beobachtet werden können, und durch die Form seiner Kristalle, die gern nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingt sind. Häufig wandelt sich der Sanidin randlich in ein grünliches Verwitterungsprodukt um, das stellenweise deutlich wahrnehmbaren Pleochroismus von grün nach gelb zeigt und schwach auf das polarisierte Licht einwirkt.

In den glimmerreichen Partien haben sich die dunklen Gemengteile Magnetit und Pleonast massenhaft angereichert. Dort liegen auch die rautenförmigen Andalusitkristalle eingebettet.

Der Andalusit ist klar durchsichtig und frisch und zeigt im Kern deutlichen Pleochroismus von farblos nach rosa. Seine Kristalle liegen regellos verteilt, manchmal quer zur Schichtung, ohne daß irgend eine Stauung der glimmer- und magnetitreichen Lagen an ihnen erkannt werden könnte, woraus folgt, daß der Andalusit

erst entstanden ist, als diese fertig gebildet waren. Am Rande beginnt eine Umwandlung in grünen Spinell, der auf den Spaltrissen in das Innere vordringt und den Kristall nach allen Richtungen durchwächst. Fast stets ist der Andalusit von einem Hof klarer Sanidinkörner umgeben, in welchen sich scharfumrissene Biotitblättchen und Magnetitkörnchen als Neubildungen ausgeschieden haben.

Sillimanit ist recht verbreitet im Gestein und bildet graue, filzige Gewebe schmaler, farbloser Prismen, die hie und da Querabsonderung erkennen lassen. Vielfach besitzen sie eine zur Schieferung parallele Anordnung, öfter jedoch sind sie zu radialstrahligen Büscheln oder garbenförmigen Aggregaten vereinigt. Sie zeigen nirgends kaustische Einwirkung, werden aber stets durchschwärmt von äußerst zahlreichen Pleonastoktaederchen, die aller Wahrscheinlichkeit nach aus dem Sillimanit entstanden sind.

Die zur Bildung von Spinell erforderliche Menge von Magnesia und Eisen wird der Biotit geliefert haben [1]), der in der ursprünglichen Form nicht mehr häufig zu beobachten ist. Der jetzt noch vorhandene Glimmer ist im wesentlichen Neubildung, worauf schon seine scharfen Umrisse hindeuten [2]). Er kommt entweder in sechsseitig begrenzten Basisblättchen oder in rechteckigen, pleochroitischen Längsschnitten vor. Hin und wieder ist er auch von einem hellen Sanidinhof umgeben und zeigt dann zuweilen deutliche Umbildung zu Magnetit.

An den sillimanit- und pleonastreichen Stellen konnten untergeordnet einzelne Rutilkörner beobachtet werden, die ihrem ganzen Auftreten nach als Neubildung angesprochen werden müssen.

---

1) Vergl. R. Brauns, Die kristallinen Schiefer und ihre Umbildung zu Sanidinit. Stuttgart 1911. S. 54.

2) Vergl. R. Brauns, Die chemische Zusammensetzung granatführender kristalliner Schiefer usw. N. Jahrb. Beil.-Bd. 34. 1912. S. 169.

Somit sind von den ursprünglichen Gemengteilen nur Andalusit, Sillimanit und etwas Biotit erhalten geblieben, alle anderen sind durch die Pyrometamorphose neu entstanden.

Sanidingestein mit Andalusit, der stark in Spinell und Sanidin umgewandelt ist.

Es ist ein quaderförmiges, kristallin ausgebildetes Gestein, das makroskopisch lang rechteckige oder rautenförmige, hellere Querschnitte erkennen läßt, die von einem dunklen Saum umgeben sind.

Unter dem Mikroskop zeigt sich, daß das Innere dieser spitzrhombischen Querschnitte durch Sanidin gebildet wird, der zahlreiche Biotittröpfchen umschließt, während der Saum aus Spinelloktaedern und Glimmerschüppchen besteht. Schon die Form dieser Querschnitte deutet darauf hin, daß hier ursprünglich Andalusit vorgelegen hat. Erhärtet wird diese Annahme durch das vereinzelte Vorkommen von frischen Andalusitkristallen, die nur eine beginnende Umwandlung in Pleonast zeigen. Bei kleineren Kristallen ist diese Umsetzung so weit vorgeschritten, daß ein Aggregat von Spinellkörnern sich gebildet hat und von der Andalusitsubstanz nichts mehr zu erkennen ist.

Die reichlich vorkommenden Feldspatkörnchen sind vielfach verzahnt und greifen mit ihren Einbuchtungen ineinander. Sie umschließen häufig wasserhelle Nadeln, die gern büschelförmig angeordnet sind und gerade Auslöschung zeigen, die aber wegen ihrer äußerst winzigen Dimensionen nicht weiter identifiziert werden konnten. Es liegt nahe, sie für Sillimanit zu halten.

Als Nebengemengteile finden sich außer kleinen, gelben Rutilkörnchen nur noch opake Erzkörnchen mit stahlblauem Schimmer und auffallend starkem Metallglanz, die wegen ihres häufig oktaedrischen Habitus größtenteils als Magnetit gedeutet werden müssen. Ilmenitblättchen mit sechsseitigem Querschnitt wurden nur selten beobachtet.

Sanidingesteine mit Andalusit, der in Korund und Pleonast umgewandelt ist.

Unter den Schiefereinschlüssen des Perlenhardter Trachyts stehen diese Gesteine ihrer Zahl nach an erster Stelle. Hinsichtlich ihrer Form und Ausbildungsweise lassen sie eine große Mannigfaltigkeit erkennen. Unter dem Mikroskop aber zeigt sich, daß sie in ihrem Mineralbestand nur wenig voneinander abweichen. Alle führen neben reichlichem Sanidin und Biotit Andalusit in den verschiedensten Umwandlungsstadien. In einigen Schiefern besitzen die vielfach prismatisch begrenzten Andalusitkristalle noch ein frisches Aussehen und zeigen deutlichen Pleochroismus von farblos nach rosa; höchstens am Rande bemerkt man eine einsetzende Umwandlung in Pleonast. In anderen Einschlüssen kommt der Andalusit in klaren, farblosen Aggregaten vor, die aus winzigen, voneinander abgeschnürten Körnchen bestehen, die sich nur durch die gleichzeitige Auslöschung als zusammengehörig erweisen und häufig von Sanidin durchwachsen sind. Zwischen ihnen haben sich gelegentlich Neubildungen von Pleonast ausgeschieden. In einem weiteren Stadium nehmen diese Aggregate ein trübes, grauwolkiges Aussehen an, das, wie man bei Anwendung starker Vergrößerung erkennt, durch den Beginn einer Umsetzung in Korund hervorgerufen wird. Anfangs sind diese Korundkörnchen klein und farblos und kaum von Andalusit zu unterscheiden, im weiteren Verlauf der Umwandlung nehmen sie allmählich an Größe zu und weisen eine blaugefleckte Färbung auf. Bisweilen ist auf Längsschnitten ein kräftiger Pleochroismus von meergrün nach himmelblau wahrnehmbar. Während die Korundausscheidungen stets im Innern der Andalusitkristalle anzutreffen sind, was leicht erklärlich ist, da sie die zu ihrer Bildung erforderliche Tonerde der Andalusitsubstanz entnehmen können, finden sich die tiefgrünen Spinelloktaeder, welche die Haufwerke von Korund nicht selten kranzartig umsäumen, nur randlich ausgeschie-

den, denn sie bedürfen zu ihrem Aufbau noch Bestandteile fremder Mineralien [1]). Die bei der Entstehung von Korund und Pleonast aus Andalusit frei gewordene Kieselsäure hat den Anlaß zur Bildung von Sanidin gegeben, der vielfach im Innern von Andalusit wahrgenommen wurde, häufiger jedoch denselben als Kristallisationshof umgibt [2]).

In den meisten Fällen ist bei diesen Umwandlungsvorgängen die Form des Ursprungsminerals, Andalusit, gewahrt geblieben; nur ganz vereinzelt entsprechen die Korund-Pleonast-Aggregate in ihren Umrissen nicht mehr dem Ausgangsmaterial. — Äußerst selten tritt der Korund ohne jeglichen Zusammenhang mit Andalusit auf. Seine Kristalle, bei denen auf der Basis mehrfach Dreieckszeichnungen beobachtet wurden, liegen dann aber in einem Sanidinhof eingebettet und lassen dadurch keinen Zweifel an ihrer Neubildung aufkommen. In allen Schiefern umschließt der Korund bohnenförmige Rutilkörner und braune Biotitschüppchen.

Der Feldspat ist immer feinkörnig ausgebildet und vollkommen klar, sodaß er leicht mit Quarz verwechselt werden kann; doch lassen die leistenförmige Gestalt einiger Kristalle, sowie die hin und wieder deutlich wahrnehmbaren Spaltrisse, besonders aber die Beobachtung im konvergenten Licht mit Sicherheit auf Sanidin schließen.

Quarz tritt nur ganz untergeordnet auf und ist häufig durch vierseitig begrenzte Glaseinschlüsse, die bisweilen eine Libelle enthalten, gekennzeichnet.

Fächerförmig gruppierte oder parallel gelagerte Sillimanitnadeln kommen nur in einigen dieser Schiefer vor, sind dann aber häufig in Umwandlung zu Pleonast begriffen. Feinste Fasern von Sillimanit bin ich geneigt für Neubildung zu halten.

---

1) Vergl. R. Brauns, Die kristallinen Schiefer des Laacher-See-Gebietes usw. 1911. S. 54.

2) Vergl. R. Brauns, l. c. S. 60.

Alle Schieferfragmente dieser Gruppe sind durch einen außergewöhnlich großen Reichtum an Rutil ausgezeichnet, der nicht nur als Einschluß im Korund und Andalusit auftritt, sondern auch im ganzen Gesteinsgewebe unregelmäßig verteilt ist und durch seine hohe Lichtbrechung, sowie durch die leuchtenden Polarisationsfarben sich von dem helleren Grunde abhebt. Neben einfachen Kristallen wurden auch Zwillinge nach P∞ und 3 P∞ beobachtet.

Eisenglanz, der nur in einigen wenigen Schliffen in lebhaft glänzenden, deutlich rotgefärbten Schüppchen vorkommt, und Magnetit bieten nichts Besonderes.

Ägirinisiertes Sanidingestein mit Resten von Sillimanit und Spinell.

Dieser Einschluß ist ein ziemlich weiches, dünnschieferiges Gestein von grauer Farbe und rundlicher Gestalt. Er unterscheidet sich von den übrigen durch das Vorherrschen von Feldspat und Biotit und das starke Zurücktreten pyrometamorpher Mineralien.

Die „Grundmasse“ des Gesteins besteht aus Feldspat, der teils als Sanidin, teils als Plagioklas ausgebildet ist. Sanidin kommt in verhältnismäßig großen, unregelmäßig begrenzten Körnern vor, die neben scharf hervortretenden Sprüngen seltener feine Spaltrisse erkennen lassen. Er umschließt Magnetitoktaeder, wasserhelle Apatitnadeln und ovale Biotitblättchen in großer Zahl. Der Plagioklas ist durch feine Zwillingsstreifung ausgezeichnet.

Biotit ruft durch parallele Anordnung seiner Blättchen eine deutliche Schieferung hervor. Zuweilen jedoch durchsetzen andere Lamellen diese zum Teil etwas wellig gebogenen Glimmerzüge unter einem schiefen Winkel. Meist zeigt der Glimmer unregelmäßig gelappte, stark korrodierte Formen, in deren Einbuchtungen oft der Sanidin eingreift. Als Einschlüsse führt der Biotit nur kleine Magnetitkörnchen, die auch sonst in beträchtlicher

Menge vorhanden sind, und zum Teil parallel der Schieferung liegen, zum Teil aber auch regellos im Schliff zerstreut sind. Innerhalb der Biotitlagen trifft man an einzelnen Stellen Glimmerblättchen, die eine grüne Färbung angenommen haben und eine beginnende Umwandlung in Ägirinaugit zeigen. Ganz vereinzelt ist diese Umsetzung weiter vorgeschritten. Die ursprüngliche Biotitsubstanz ist dann völlig verdrängt und an ihre Stelle ein Aggregat von prismatisch geformten Ägirinaugitkörnern getreten, die ganz schwachen Pleochroismus von lichtgrün nach hellgelb zeigen [1]).

Mitten im Schiefer finden sich ein etwas größerer, stengeliger Sillimanitkristall und ein filziges Gewebe von feinfaserigem Sillimanit vergesellschaftet mit tiefgrünen Spinelloktaedern, die durch die Art ihres Auftretens ganz deutlich bekunden, daß sie aus Sillimanit hervorgegangen sind. Sie bilden mit dem letzteren die einzigen Zeugen für die pyrometamorphe Entstehung dieses Einschlusses aus kristallinen Schiefern.

Im Anschluß hieran mögen die in der Eruptivbreccie eingeschlossenen Sanidingesteine kurze Erwähnung finden. Sie stimmen hinsichtlich der Textur und des Mineralbestandes vollkommen mit dem vorbeschriebenen Einschluß überein. Auch sie setzen sich vorwiegend aus Feldspat und Biotit zusammen, zu denen sich als Übergemengteil nur Magnetit gesellt, der in Form winziger Oktaeder regellos im Gesteinsgewebe verteilt ist. Auch ihnen ist eine große Armut von pyrometamorph gebildeten Mineralien eigen. Nur in einem Falle wurden einige Pleonastkörner im Schliff beobachtet, die aber keinen Zusammenhang mehr zu irgend einem ursprünglichen Gemengteil erkennen lassen.

---

1) Eine ähnliche Umwandlung des Biotits in Ägirinaugit beobachtete W. Haardt in Gesteinen aus der Eifel. Vergl. Die vulkanischen Auswürflinge und Basalte am Killer Kopf bei Rockes Kill in der Eifel. II. Teil. Berlin 1914. S. 42.

Während bei den meisten der beschriebenen Schiefereinschlüsse von den aus einer früheren Periode stammenden Mineralien stets noch Andalusit zu beobachten ist, liegen in den zuletzt erwähnten Schieferbruchstücken die Endglieder der Pyrometamorphose vor, echte Sanidingesteine, deren Herkunft nur mehr aus spärlichen Resten älterer Mineralien zu erschließen ist. Manchmal fehlen auch diese, und dann deutet nur noch die Art ihres Vorkommens auf eine engere genetische Beziehung dieser Einschlüsse zu den kristallinen Schiefern hin.

Zusammenfassung.

Vorstehende Untersuchungen haben zu folgenden Ergebnissen geführt:

1. An der Perlenhardt hat ein älterer Ausbruch die Eruptivbreccie zutage gefördert, ein Gestein, das durch einen breccienartigen Habitus und durch die stark hervortretende Fluidalstruktur ausgezeichnet ist und neben einigen Grauwackestücken, die für die Untersuchung nichts Neues bieten, vereinzelt metamorphosierte Schiefereinschlüsse, vorwiegend aber Gesteinsbruchstücke enthält, die sich hinsichtlich ihrer mineralogischen Zusammensetzung zum weitaus größten Teil eng an die sie umhüllende Lavamasse anschließen.

2. Ein jüngerer Ausbruch lieferte das eigentliche Perlenhardter Gestein, das in unmittelbarer Nähe der Eruptivbreccie einen auffallenden Farbenwandel von braunschwarz nach grau und eine dichtere Ausbildung der Grundmasse zeigt.

3. Der Plagioklasreichtum, sowie der hohe Gehalt an freier Kieselsäure, den die Analyse ergeben hat, gestatten nicht, wie es bisher üblich war, dieses Gestein den Trachyten einzuordnen. Es muß vielmehr als Orthoklas-Plagioklas-Gestein bezeichnet werden, und zwar gehört es einem mittelsauren Typus an, dem Brögger vorläufig den Namen Quarz-Trachyt-Andesit gegeben hat.

4. In chemischer und mineralogischer Beziehung zeigt es eine so nahe Verwandtschaft mit der darunterliegenden Eruptivbreccie, daß an eine Abstammung beider aus einem und demselben Magma nicht zu zweifeln ist.

5. Es enthält Einschlüsse, die teils endogener, teils exogener Natur sind. Die ersteren umfassen helle Konkretionen, an deren Aufbau vornehmlich Feldspat beteiligt ist, und dunklere, reichlich Magnesia-Eisensilikate führende Einschlüsse.

6. Von größerem Interesse sind die stark pyrometamorph veränderten Schiefereinschlüsse. Während sich der Andalusit vorzüglich in Korund und Sanidin umgewandelt hat, zeigt der Sillimanit immer eine Umkristallisation zu Pleonast. Stets aber bilden sich solche Mineralien, die gegen hohe Temperaturen sehr widerstandsfähig sind. Bei diesen Umwandlungen — die sich im festen Gestein vollzogen haben, da der Andalusit auch nach der Umschmelzung seine Form bewahrt hat — hat eine Stoffwanderung stattgefunden.

Literaturverzeichnis.

Da die ältere einschlägige Literatur bis zum Jahre 1900 in dem Werke von H. Laspeyres „Das Siebengebirge am Rhein" zusammengestellt ist, sind im folgenden nur die später erschienenen Arbeiten, soweit sie benutzt wurden, angegeben.

Laspeyres, H., Das Siebengebirge am Rhein. Verhdlg. des Naturhist. Vereins d. pr. Rh. u. W. 57. Jahrg. Bonn 1900. S. 119—596.

Brauns, R., Die kristallinen Schiefer des Laacher-See-Gebietes und ihre Umbildung zu Sanidinit. Stuttgart 1911.

— Zwei Generationen von Andalusit in kristallinen Schiefern aus dem Lacher-See-Gebiet. Neues Jahrb. f. Min. 1911. II. S. 1—10.

— Die chemische Zusammensetzung granatführender kristalliner Schiefer, Cordieritgesteine und Sanidinite aus dem Laacher-See-Gebiet. Ein Beitrag zur Lehre der Metamorphose. Neues Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. 34. 1912. S. 85—175.

— Über den Apatit aus dem Laacher-See-Gebiet. Sulfatapatit und Carbonatapatit. Neues Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. 41. 1916. S. 60—92.

Haardt, W., Die vulkanischen Auswürflinge und Basalte am Killer Kopf bei Rockes-Kill i. d. Eifel. II. Tl. Diss. Berlin 1914.

Verhandlungen

des

Naturhistorischen Vereins

der

preufsischen Rheinlande und Westfalens.

Sechsundsiebenzigster Jahrgang, 1919.
Erste und zweite Hälfte.

Titel, Inhaltverzeichnis, Seite I—XII, 1—132, Tafel I—III.

Bonn 1920.

Folgende im Verlag unseres Vereins erschienenen Schriften und Karten können **an unsere Mitglieder** bis auf weiteres zu den beigefügten Preisen abgegeben werden.

Bestellungen bitten wir an den **Schriftführer zu richten**, bei Bezug durch die Buchhandlungen sind die Preise beträchtlich höher.

Andres. Die Pirolaceen des Rheinischen Schiefergebirges, der angrenzenden Tiefländer des Rheins und des Mainzer Beckens. Bonn 1909	M. 1.50
Baruch. Flora von Paderborn. Bonn 1908	„ 2.25
Bösenberg. Die Spinnen der Rheinprovinz. Mit 1 Tafel. Bonn 1899	„ 1.50
Brücher. Der Schichtenaufbau des Müsener Bergbaudistriktes, die daselbst auftretenden Gänge und die Beziehungen derselben zu den wichtigsten Gesteinen und Schichtenstörungen. Mit 2 Tafeln und 5 Textfiguren. Bonn 1902	„ 3.—
v. Dechen. Leopold von Buch. Sein Einfluß auf die Entwickelung der Geognosie. Bonn 1853	„ 0.75
— Geognostischer Führer zu dem Laacher See und seiner vulkan. Umgebung. Bonn 1864. Geb.	„ 3.50
Elbert. Das untere Angoumien in den Osningbergketten des Teutoburger Waldes. Mit 4 Tafeln und 14 Textfiguren. Bonn 1901	„ 3.—
Goldfufs. Beiträge zur vorweltlichen Fauna des Steinkohlengebirges. Mit 5 Tafeln. Bonn 1847	„ 4.—
Laspeyres. Heinrich von Dechen. Ein Lebensbild. Mit 1 Kupferstich. Bonn 1889	„ 1.50
— Das Siebengebirge am Rhein. Mit 1 Karte und 23 Textfiguren. Bonn 1900	„ 8.50
Gebunden, mit Karte auf Leinwand.	„ 14.50
Müller. Monographie der Petrefakten der Aachener Kreideformation. Mit 6 Tafeln. Bonn 1847—51	„ 6.—
Nöggerath. Die Erdbeben im Rheingebiet in den Jahren 1868, 69 u. 70. Bonn 1870	„ 1.—
Röttgen. Die Käfer der Rheinprovinz. Bonn 1911 . .	„ 5.—
le Roi. Die Vogelfauna der Rheinprovinz. Bonn 1906.	„ 6.—
— und **Freih. Geyr von Schweppenburg.** Beiträge zur Ornis der Rheinprovinz. Bonn 1912	„ 2.25
Schulz, Eugen. Über einige Leitfossilien der Stringocephalenschichten der Eifel. Mit 3 Tafeln und 2 Textfiguren. Bonn 1913	„ 4.—
Westermann. Die Gliederung der Aachener Steinkohlen-Ablagerung auf Grund ihres petrographischen und paläontologischen Verhaltens. Mit 1 Tafel. Bonn 1905	„ 1.75
Westhoff. Die Käfer Westfalens. 1., 2. Abt. Bonn 1881, 82.	„ 2.—
Wieler. Die Einwirkung saurer Rauchgase auf Vegetation u. Erdboden. Mit 2 Tafeln. Bonn 1913	„ 1.50

Rauff. Sachregister zu dem chronologischen Verzeichnis der geologischen und mineralogischen Literatur der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen. Bonn 1896	„ 1.75

Fortsetzung auf der vorletzten Seite des Umschlages.

Im Verlage des Vereins erschienene Schriften und Karten.
Fortsetzung.

Kaiser. Die geologisch-mineralogische Literatur des Rheinischen Schiefergebirges und der angrenzenden Gebiete für die Jahre 1887—1900. 1. Teil: Chronologisches Verzeichnis. Bonn 1903. 2. Teil. Sachregister, Kartenverzeichnis, Ortsregister, Nachträge. Bonn 1904 . . . . M. 3.—

Verhandlungen des Naturhist. Vereins d. pr. Rh. u. W., 14. Jahrg. 1857, Heft 3, mit Beiträgen von Krantz (Über ein neues, bei Menzenberg aufgeschlossenes Petrefaktenlager in den devonischen Schichten, mit 4 Tafeln) und Rosbach (Formverschiedenheiten von Orchis fusca, mit 1 Tafel) . . . . „ 4.—

— 23. Jahrg. 1866, mit Beiträgen von v. Dechen, Hildebrand (Flora von Bonn) und Laspeyres. Mit einer geologischen Übersichtskarte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen 1:500000 . . . . „ 4.—
Ohne Karte . . . . „ 2.25

— 40. Jahrg. 1883, mit 7 Tafeln und einer geologischen Übersichtskarte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen 1:500000, 2. Aufl. Mit Beiträgen von Bertkau, v. Dechen, Dittmer, v. Dücker, Förster, Fuchs, Holzapfel, Laspeyres, Schaaffhausen, Schmitz, Stollwerck . . . . „ 7.—
Ohne Karte . . . . „ 3.—

— 48. Jahrg. 1891. 2. Hälfte. Mit Beiträgen von Bruhns (Auswürflinge des Laacher Sees), Busz (Die Leucit-Phonolithe des Laacher Sees), Follmann (Unterdevonische Schichten bei Koblenz), Schulte (Geol. u. petr. Unters. d. Umg. d. Dauner Maare, mit 1 Karte) . . . . „ 4.—

Autoren- und Sachregister zu Bd. 1—40 d. Verhandl., des Korrespondenzbl. u. d. Sitzungsber., Jahrg. 1844 bis 1883. Bonn 1885 . . . . „ 0.75

Katalog der Bibliothek. Bonn 1898 . . . . „ 2.25

— Nachtrag. Bonn 1904 . . . . „ 0.75

Karten.

v. Dechen. Geol. Übersichtsk. d. Rheinpr. u. d. Pr. Westf. 1:500000. 1. Aufl. Berlin 1866 . . . . „ 3.—

Laspeyres. Geol. K. d. Siebengeb. 1:25000. Bonn 1900 „ 4.50
Aufgezogen . . . . „ 10.—

Römer. Geogn. Übersichtsk. d. Kreidebildungen Westfalens. Bonn 1854 . . . . „ 1.50

Roloff. Flußnetzkarte d. Rhein. Schiefergeb. u. d. angr. Gebiete. 1:750000. Bonn 1910 . . . . „ 1.—
(Weitere Preisermäßig., nur für Mitgl.: 10 Exempl. M. 7.50, 25 Exempl. M. 15.—, 50 Exempl. M. 25.—.)

An öffentliche Bibliotheken, Institute, Gesellschaften und Vereine können die Vereinsschriften im Austausch oder zum Betrage des Mitgliederpreises (M. 6.—) abgegeben werden, im übrigen nur zum Ladenpreis.

Von den früheren Jahrgängen stehen sowohl ganze Reihen als auch meist noch einzelne Bände bis auf weiteres zu herabgesetzten Preisen zur Verfügung. Über die Preise, welche sich nach der Höhe des Vorrates richten, erteilt der Schriftführer Auskunft.

Inhalt der ersten und zweiten Hälfte.

Seite

Döring, A. Über Newberria und verwandte Formen im rheinischen Mitteldevon. Mit Tafel I und 7 Textfiguren . . 1

Goebel, Fritz. Die Antezedenz des Lennehaupttales. Mit Tafel II 25

Hoepfner, Anna. Petrographisch-chemische Untersuchungen an Gesteinen der Perlenhardt im Siebengebirge. Mit 2 Textfiguren 82

Vogel, Heinrich. Betrachtungen über den Aufbau des Rheinischen Schiefergebirges unter besonderer Berücksichtigung eines den Hunsrück und den Westerwald spießwinkelig querenden Gebirgstreifens sowie der darin auftretenden Erzlagerstätten. Mit Tafel III 31

Wefelscheid, H. Zur Ökologie der aquatilen Rhynchoten. Mit 3 Textfiguren 77

Angelegenheiten des Naturhistorischen Vereins.

Voigt, Walter. Der Naturhistorische Verein im dritten Vierteljahrhundert seines Bestehens I

Bericht über die Lage und die Tätigkeit des Vereins . . . XI

Kassenbericht für das Jahr 1918 XI

Für die in dieser Vereinsschrift veröffentlichten Abhandlungen sind die betreffenden Verfasser allein verantwortlich.

Den Verfassern stehen 50 Sonderabzüge ihrer Abhandlungen kostenfrei zur Verfügung, weitere Abzüge gegen Erstattung der Herstellungskosten. Es wird gebeten, hierauf bezügliche Wünsche gleich bei der Einsendung des Manuskriptes mitzuteilen.

Manuskriptsendungen nimmt der Schriftführer des Vereins, Prof. Voigt, Bonn, Maarflach 4, entgegen.

Die Mitgliederbeiträge nimmt der Kassenwart des Vereins, Herr Karl Henry, Bonn, Schillerstraße 12, in Empfang.

Die Mitglieder werden ersucht, etwaige Änderungen ihrer Anschrift zur Kenntnis des Schriftführers zu bringen, weil nur auf diese Weise die regelmäfsige Zusendung der Vereinsschriften gesichert ist.

Carl Georgi, Universitäts-Buchdruckerei in Bonn.

